

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO DE TESIS

**“SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION
HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA
POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL
DISTRITO DE CASTILLA-PIURA”**

PRESENTADO POR:

BACHILLER JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE.

ASESORADO POR:

ING. JULIÁN DIENSTMAIER LEÓN

Piura, Octubre del 2017.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DECANATO

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador, que suscriben, reunidos para estudiar el Trabajo de Tesis, presentado por el ex alumno de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura.

BACH. LOPEZ CALLE JUAN ALBERTO

TESIS TITULADA

"SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

Oída las observaciones y las respuestas a las preguntas, lo declaran

APROBADO.....con calificativo de.....REGULAR.....

En consecuencia, queda en condiciones de ser calificado:

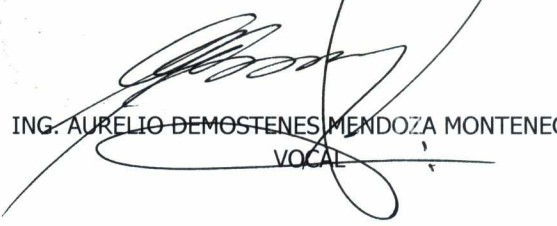
APTO.....

Por el consejo de Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **título de INGENIERO CIVIL**, de conformidad con lo estipulado en el Art. 176 del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 03 de octubre de 2017.


ING. CARMEN CHILON MUÑOZ M.Sc.
PRESIDENTE


ING. MARIA JOSEFA GUTIERREZ ADRIANZEN M.Sc.
SECRETARIA


ING. AURELIO DEMOSTENES MENDOZA MONTENEGRO
VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO DE TESIS

**“SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION
HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA
POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL
DISTRITO DE CASTILLA-PIURA”**

**LOS SUSCRITOS DECLARAMOS QUE EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS
ES ORIGINAL, EN SU CONTENIDO Y FORMA**

Juan Alberto López Calle
Ejecutor

Ing. Julián Dienstmaier León
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO DE TESIS

**“SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION
HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA
POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL
DISTRITO DE CASTILLA-PIURA”**

APROBADA EN CONTENIDO Y POR ESTILO POR

M.Sc. Carmen Chilón Muñoz
Presidente

M.Sc. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Adrianzen.
Secretaria

Ing. Aurelio Demostenes Mendoza Montenegro.
Vocal

© Juan Alberto López Calle – 2017

Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis Padres Juan Rimbaldo López López y Socorro Calle Chumacero porque ellos me han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mis hermanos Ángela, Ana Gabriela y Rosa Estefanía que son más que hermanas son mis verdaderos amigos.

A mis dos hermosas Sobrinas que llegaron a iluminar mi vida.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que me ha dado la vida.

A mis profesores, Gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.



INDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 01 |
| OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 02 |
| HIPÓTESIS..... | 04 |
| ANTECEDENTES..... | 05 |
| JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y BENEFICIARIOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 13 |
| INTRODUCCIÓN..... | 15 |
| <u>CAPITULO I</u> | |
| <u>GENERALIDADES</u> | 16 |
| 1.1 MARCO FÍSICO | 16 |
| 1.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA..... | 16 |
| 1.1.2 SUPERFICIE..... | 19 |
| 1.1.3 CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS..... | 19 |
| 1.1.3.1 COBERTURA VEGETAL..... | 19 |
| 1.1.4 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS..... | 20 |
| 1.1.5 CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS..... | 20 |
| 1.2 MARCO URBANO | 21 |
| 1.2.1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN..... | 23 |
| 1.2.2 VIVIENDA..... | 26 |
| 1.2.3 ECONOMÍA..... | 28 |
| 1.2.4 SERVICIOS URBANOS..... | 29 |
| 1.2.4.1 CARACTERÍSTICAS Y ZONAS DE USO DE SUELO..... | 33 |
| 1.2.4.2 RIESGOS Y VULNERABILIDAD..... | 45 |



| | |
|---|-----------|
| 1.3 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA..... | 46 |
| 1.3.1 AGUA POTABLE..... | 47 |
| 1.3.1.1 ALMACENAMIENTO Y BOMBEO..... | 50 |
| 1.3.1.2 DISTRIBUCIÓN..... | 52 |
| 1.3.1.2.1 LINEA DE ALIMENTACIÓN Y RED PRIMARIA..... | 53 |
| 1.3.1.2.2 RED SECUNDARIA..... | 53 |
| 1.3.1.3 MEDICIONES Y REPORTE EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE..... | 54 |

CAPITULO II

| | |
|--|-----------|
| <u>SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.....</u> | 55 |
| 2.1 INTRODUCCION..... | 55 |
| 2.2 DEFINICIÓN DE SECTOR..... | 55 |
| 2.3 ETAPAS DE LA SECTORIZACIÓN..... | 57 |
| 2.4 DEFINICIÓN DE SECTORES Y PUNTOS DE ALIMENTACIÓN | 58 |
| 2.5 ANTECEDENTES DE LA ZONA DE ESTUDIO..... | 61 |

CAPITULO III

| | |
|--|-----------|
| <u>PROYECTO, DISEÑO Y SIMULACION HIDRÁULICA DEL SECTOR.....</u> | 69 |
| 3.1 TRABAJOS PRELIMINARES..... | 69 |
| 3.1.1 DEFINICIÓN DEL ENTORNO DE LA ZONA DE TRABAJO...69 | |
| 3.1.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO SECTOR VI..... | 70 |
| 3.1.3 PLANO DE LA ZONA DE TRABAJO..... | 72 |
| 3.1.4 DESCRIPCIÓN Y DATOS BÁSICOS DEL SECTOR VI..... | 73 |
| 3.2 TOPOGRAFÍA..... | 78 |
| 3.3 RECONOCIMIENTO DEL SECTOR VI..... | 79 |
| 3.4 TOMA DE PRESIONES DEL SECTOR..... | 79 |



| | |
|--|------------|
| 3.5 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOPILADA EN CAMPO..... | 80 |
| 3.5.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO AL SECTOR VI..... | 81 |
| 3.5.1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN..... | 83 |
| 3.6 DISEÑO Y SIMULACION HIDRAULICA DEL SECTOR VI..... | 85 |
| 3.6.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO..... | 94 |
| 3.6.1.1. CALIBRACIÓN DEL MODELO..... | 94 |
| <u>CAPITULO IV</u> | |
| <u>RESULTADOS</u> | 97 |
| <u>CAPITULO V</u> | |
| <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>..... | 98 |
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 98 |
| 5.2 RECOMENDACIONES..... | 99 |
| <u>CAPITULO VI</u> | |
| <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 100 |
| <u>ANEXOS</u>..... | 103 |



LISTADO DE FIGURAS

CAPITULO I: GENERALIDADES

- Figura 1.1 Mapa Departamental del Perú.
- Figura 1.2 Mapa del Departamento de Piura por Provincias.
- Figura 1.3 Mapa de la Provincia de Piura.
- Figura 1.4 Mapa del Distrito de Castilla.
- Figura 1.5 Esquema de Ubicación Geográfica en el Distrito de Piura y Castilla
- Figura 1.6 Vista Panorámica de la Avenida Progreso.
- Figura 1.7 Crecimiento de la Población de la Provincia de Piura.
- Figura 1.8 Distribución por Genero y Edad.
- Figura 1.9 Población de Piura en la Actividad Comercial.
- Figura 1.10 Centro Comercial Open Plaza de Castilla.
- Figura 1.11 Fabrica de Pota – A.H. Campo Polo, Distrito de Castilla.
- Figura 1.12 Aeropuerto Cap. Guillermo Concha Ibérico - Castilla
- Figura 1.13 Calle de Piura después de las lluvias Ocasionadas por el Fenómeno del Niño
- Figura 1.14 La Población que no cuenta con el servicio de agua potable acarrea de piletas y de viviendas que cuentan con dicho servicio.

CAPITULO II: SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

- Figura 2.1 Sector con un Punto de Alimentacion y Red Secundaria Convencional
- Figura 2.2 Sector con un Punto de Alimentacion y red Secundaria en Subsectores.
- Figura 2.3 Sectores de Piura y Castilla.



CAPITULO III: PROYECTO, DISEÑO Y SIMULACION HIDRAÚLICA DEL SECTOR

- Figura 3.1 Mapa Departamental del Perú.
- Figura 3.2 Mapa del Departamento de Piura por Provincias.
- Figura 3.3 Mapa de la Provincia de Piura.
- Figura 3.4 Mapa del Distrito de Castilla.
- Figura 3.5 Esquema de Ubicación Geográfica en el Distrito de Piura y Castilla.
- Figura 3.6 Zona de Trabajo del Sector Operativo VI.
- Figura 3.7 Esquema de límites del Sector Operativo VI del Distrito de Castilla.
- Figura 3.8 Plano Topográfico.
- Figura 3.9 Vista Panorámica de una de las calles de la zona de estudio.
- Figura 3.10 Toma de Presión de 17PSI=11.9mca en la Red de Agua Potable.
- Figura 3.11 Simulacion Hidraulica de las Redes Existentes.
- Figura 3.12 División de Sectores del Sector Operativo VI.
- Figura 3.13 Figura Georrefenciada de la Zona de Estudio.
- Figura 3.14 Red de Tuberia del Sector Operativo VI.
- Figura 3.15 Grafica de los Nodos de sus Elevaciones.

ANEXOS

- Anexo Figura 1 Partes de un Modelamiento Hidráulico.
- Anexo Figura 2 Etapas De Modelamiento Hidráulico.
- Anexo Figura 3 Esquema Simple Nodo-Conexión-Nodo.
- Anexo Figura 4 Modelo Esqueletonizado En Base A Nodos Y Conexiones.
- Anexo Figura 5 Levantamiento De Información En Campo.



- Anexo Figura 6 Consumo Diario Por Habitante
- Anexo Figura 7. Levantamiento De Información De La Operación Del Sistema De
las Redes De Agua Potable.
- Anexo Figura 8 Escenarios Y Alternativas Del Modelamiento Hidráulico.
- Anexo Figura 9 Tipos De Simulaciones Que Proporciona El Programa De Watercad.
- Anexo Figura 10 Ecuaciones De Comportamiento De Los Elementos De La Red
- Anexo Figura 11 Tipos De Válvulas Que Ofrece El Programa De Watercad



LISTADO DE TABLAS

- Tabla 1.1. Población de la Zona de Estudio por Asentamientos Humanos de Abastecimiento
- Tabla 1.2. Población Sector N°01 Reservorio "Manco Inca" V= 2000m³
- Tabla 1.3. Población Sector N°02 Reservorio "San Bernardo" V=3000m³
- Tabla 1.4. Población Sector N°03 Reservorio "El Indio" V= 1500 M³
- Tabla 1.5. Resumen Población Por Sector
- Tabla 1.6. Total de Viviendas – Distrito De Piura
- Tabla 1.7. Material de las Viviendas-Distrito De Piura
- Tabla1.8. Material Predominante en los Pisos se La Vivienda
- Tabla1.9. Condición de Actividad Económica–Distrito de Piura
- Tabla1.10. Ocupación Principal de la Población – Distrito de Piura
- Tabla1.11. Nivel de Educación – Distrito de Piura (Año 2007)
- Tabla1.12. Condición de Alfabetismo – Distrito de Piura (Año 2007)
- Tabla1.13. Asistencia a un Centro de Enseñanza Regular - Piura
- Tabla1.14. Población Afiliada a Algún Seguro De Salud – Distrito De Piura
- Tabla1.15. Tipo de Vivienda En La Ciudad De Piura - Castilla
- Tabla 1.16. Número de Habitaciones En La Ciudad De Piura – Castilla
- Tabla 1.17. Condición de Ocupación Y Tenencia De La Vivienda En La Ciudad De Piura – Castilla
- Tabla1.18. Número de Hogares en la Vivienda en la Ciudad de Piura – Castilla
- Tabla 1.19. Servicio de Agua – Todos los días De La Semana De La Ciudad De Piura - Castilla
- Tabla 1.20. Abastecimiento de Agua y SS.HH. que tiene la Vivienda de la Ciudad de Piura - Castilla



| | |
|-------------|---|
| Tabla 1.21. | Diámetro de Tubería se la Red Primaria |
| Tabla 1.22. | Diámetro de Tubería de la Red Secundaria |
| Tabla 1.23. | Medición y Reporte del Sistema De Agua Potable |
| Tabla 2.1. | Sectores de Control |
| Tabla 2.2. | Resumen de Conexiones Domiciliarias y Caudales de Diseño |
| Tabla 3.1. | Población de la Zona de Estudio por Asentamientos Humanos de Abastecimiento |
| Tabla 3.2. | Población Sector N°01 Reservoirio "Manco Inca" V= 2000 M3 |
| Tabla 3.3. | Población Sector N°02 Reservoirio "San Bernardo" V=3000m3 |
| Tabla 3.4. | Población Sector N°03 Reservoirio "El Indio "V= 1500m3 |
| Tabla 3.5. | Resumen Población por Sector |
| Tabla 3.5. | Numero de Subsectores por cada Sector |
| Tabla 3.6. | Parámetro de Diseño de Sistema de Agua Potable |
| Tabla 3.7. | Coeficientes de Fricción “C” en la Fórmula De Hazen Y Williams |



LISTADO DE ECUACIONES

Ecuación 01: Proyección Geométrica De La Población

Ecuación 02: Demanda De Agua Potable En Litros/Segundo

Ecuación 03: Caudal Unitario Por Vivienda

Ecuación 04: Formula De Perdida De Carga

Ecuación 05: Formula De Perdida De Carga Para Tubería A Presión

Ecuación 06: Formula De Hazen - Poiseuille

Ecuación 07: Formula De Swamee Y Jain

Ecuación 08: Formula De Perdida De Carga En Bombas

Ecuación 09: Formula De Perdidas De Válvulas Cerradas

Ecuación 10: Formula De Perdidas De Válvulas Activas.



RESUMEN

La presente tesis se desarrolló con la finalidad de llevar a cabo el Mejoramiento y la Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable del sector Operativo VI del Distrito de Castilla, como un programa de gran relevancia en la entrega, distribución y control de caudales, en los Asentamientos Humanos: A.H. Independencia, A.H. 28 de Julio, A.H. Miguel Cortez, A.H. Campo Polo, A.H. Calixto Balarezo, A.H. Las Monteros, A.H. Chiclayito, A.H. Juan Pablo II, Urb. San Bernardo, Ex Campo Ferial, Urb. Villa California y A.H. El indio; haciendo más eficiente la red, mediante la regulación de la presión en las tuberías, logrando una importante reducción en las fugas, mediante la instalación de las válvulas de Compuerta y Macromedición. Se utilizó el programa WATERCAD para realizar el Análisis Hidráulico.

El análisis aplicado al sector fue, para el Periodo Estático, de tal manera que las demandas en los nudos sea un caudal unitario hallado de acuerdo con el número de lotes y el Caudal Máximo Horario.



ABSTRACT

This thesis was developed with the purpose of carrying out the Improvement and Sectorization of the Drinking Water Distribution Network of the Operational Sector VI of the District of Castilla, as a program of great relevance in the delivery, distribution and control of flows, in Human Settlements: A.H. Independencia, A.H. 28 de Julio, A.H. Miguel Cortez, A.H. Campo Polo, A.H. Calixto Balarezo, A.H. Las Monteros, A.H. Chiclayito, A.H. Juan Pablo II, Urb. San Bernardo, Ex Campo Ferial, Urb. Villa California y A.H. El indio; making the network more efficient, by regulating the pressure in the pipes, achieving a significant reduction in leaks, through the installation of the valves of Compuerta and Macromedida. The WATERCAD program was used to perform the Hydraulic Analysis.

The analysis applied to the sector was, for the Static Period, in such a way that the demands on the knots is a unit flow found according to the number of lots and the Maximum Hourly Flow.



OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos planteados alcanzar en el presente trabajo son los siguientes:

1. Revisar la red de distribución, permitiendo un mayor control de los volúmenes de agua que entran y salen del sistema, regulando la presión interna en la tubería, lo que deriva en un importante control de fugas, mediante la implementación de las válvulas de Compuerta y Macromedidores, con el fin de demostrar que al controlar un sector hidráulico se obtienen mejores resultados respecto a la reducción de pérdidas de agua por las altas presiones.
2. Con base en la red primaria y secundaria proponer una división de la red de distribución de agua potable del Sector Operativo VI en subsectores que permitan un control de caudales tanto en la entrega como en la distribución, haciendo más eficiente la red.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Permitir controlar, en un área definida, parámetros importantes para el buen funcionamiento del Sistema de Distribución de Agua Potable. Estos parámetros son: caudal de ingreso al Sector y presión en la red (que debe ser entre de 15 a 50 m.c.a.)
- Permitir la aplicación de una justa política de racionamiento de agua, en épocas de escasez, mediante la correcta utilización de fuentes superficiales y subterráneas, en lo que se denomina uso conjunto.
- Determinar la cantidad de agua no Facturada, obtenida como la diferencia del volumen de agua que ingresa al sector y el volumen facturado, obtenido a través de la micromedición.



- Permitir el aislamiento de un sector con respecto al resto del sistema a fin de realizar trabajos de mantenimiento y reparación por problemas de emergencia en una zona definida de la red de agua. Con ello se reducirá las molestias a los usuarios por falta de agua, pasando una gran área del Sistema de Distribución afectada hacia un pequeño sector en el futuro



HIPÓTESIS

A través de la sectorización y regulación de presiones se optimiza el Funcionamiento Hidráulico de una Red de Distribución de Agua Potable, recuperándose volúmenes importantes de agua potable, así como una reducción significativa del índice del Agua No Facturada.

ANTECEDENTES

En términos generales, la sectorización de las Redes de Abastecimiento de Agua Potable (RDAP) puede ser considerada como el procedimiento encaminado a establecer dentro de las mismas, sub-áreas con una alimentación sectores al mismo tiempo. Tal procedimiento controlado que puede ser exclusiva del sector o compartida por varios puede perseguir objetivos que van desde el Control Activo de Fugas (CAF) hasta el control de la calidad del agua. En cualquier caso, el contar con una red sectorizada, permite detectar con mayor facilidad cualquier anomalía que ocurra en un punto de la red, debido a la reducción dimensional implícita en la sectorización misma. Se establece que el objetivo principal para la creación de sectores es obtener la información necesaria distribuida y manejablemente escalada para llevar acciones claves en cada sector, tales como:

- Realizar auditorías para conocer el rendimiento hidráulico o el Agua No Contabilizada (ANC).
- Caracterizar la curva de demanda, especialmente el caudal nocturno.
- Detectar de la manera más rápida posibles fugas mediante el análisis de la evolución de los caudales mínimos nocturnos.
- Comprobar rápidamente los resultados de campañas rápidas de detección y reparación de fugas.
- Detectar el fraude, sub-registro, y diversos errores de medición.
- Disminuir los costos de mantenimiento.
- Establecer plan de inversiones para abastecer sectores con mayor índice de ANC.



La sectorización podría ser considerada también un primer paso para contrarrestar las situaciones de suministro intermitente, en vista que facilitan la detección y reparación de las fugas más importantes.

En la literatura relativa al tema se encuentran varias definiciones para el término "sector".

Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (2011) define un sector como un Distrito de Área de Medición, que es un área discreta de una red de abastecimiento la cual se puede aislar del resto de la red ya sea mediante válvulas seccionadoras o mediante tuberías cortadas. Respecto a este concepto, es interesante destacar que para aislar un sector, además de colocar válvulas seccionadoras y realizar cortes de tuberías, se pueden emplear tuberías nuevas que permitan redistribuir el caudal.

Herrera (Universidad de Valencia), en lugar del término sector o Distrito de Área de Medición, emplea el concepto de clúster, siendo la creación de clústeres el proceso de agrupación o segmentación de objetos de una red en *subgrupos*, de manera tal que los objetos dentro de un clúster estén más cercanamente relacionados que los objetos que se encuentran fuera de él. En el caso de una Red de Abastecimiento de Agua Potable, un clúster sería una pequeña red abastecida por al menos una o a lo sumo dos fuentes de abastecimiento, en donde la demanda tendría un valor máximo en función de la capacidad de la(s) fuente(s), y la elevación del terreno se encontraría dentro de un rango de similitud.

Con base en su funcionalidad, los sectores han sido clasificados de dos maneras: Distrito de área de Medición y Área de Gestión de Presión. En los Distritos de Área de Medición, el objetivo principal es la estimación de demanda. En estos se contabiliza tanto el caudal de entrada como el de salida (consumo); sin embargo, no se



efectúa ninguna acción directa encaminada a gestionar la presión. Por otro lado, en la Área de Gestión de Presión también se gestiona la presión además de los caudales.

En función del número de fuentes disponibles en las Redes de Abastecimiento de Agua Potable, la división de la misma en sectores puede clasificarse en “Partición” y/o en “Sectorización”. El primer término se aplica que cuentan con un número reducido de fuentes; siendo los Distritos de Área de Medición separados, ya sea mediante la instalación de válvulas seccionadoras o mediante cortes de tuberías. El segundo término se emplea en redes con un mayor número de fuentes de abastecimiento, de manera tal que se puede asignar una fuente independiente a cada Distritos de Área de Medición. En el primer caso, las áreas resultantes son denominadas Distritos de Área de Medición y en el segundo caso son denominadas Distritos de Área de Medición - aislados. La manera de proceder para dividir las Redes de Abastecimiento de Agua Potable en Distritos de Área de medición o Distritos de Área de Medición - aislados depende de las características topológicas de la red y las características topográficas del sitio en la que la misma se ubica. En redes que han evolucionado por problemas coyunturales, en lugar de responder a una planificación previa, es muy posible que no se pueda proceder por un único método, sino por una combinación de ambos.

El presente trabajo está orientado exclusivamente al estudio de sectores en los que únicamente se controla el caudal y que, además, son alimentados por una red de alta; así, a partir de este punto y para fines de simplificación, el término sector, definirá *subáreas* de una Red de Abastecimiento de Agua Potable con una única entrada que no son alimentadas por una fuente exclusiva, sino a través de una red primaria; el término sectores-aislado definirá *subsectores* de abastecimiento con una o más fuentes



exclusivas, y el término sectorización será empleado para definir la “partición” o subdivisión de una Red de Abastecimiento de Agua Potable en sectores.

HISTORIA DE LA SECTORIZACIÓN

El concepto de sectorización de las Redes de Abastecimiento de Agua Potable que se maneja en la actualidad se da a conocer en la década de 1980 en Inglaterra por parte la *Asociación de Autoridades de Agua*. Desde entonces, hasta la actualidad, el avance que ha tenido el estudio de la misma ha sido relativamente limitado.

Walski (Washington) propone el establecimiento de sistemas con medición para apoyar la implementación de la sectorización de redes de Agua Potable. Tzatchkov (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) aplica la teoría de grafos para identificar zonas hidráulicas independientes. El trabajo se lleva a cabo mediante el software SCARED del Instituto Mexicano del Agua (IMTA). SCARED contiene una aplicación de sectorización que se basa en la zona de cobertura de las fuentes de abastecimiento para establecer sectores aislados. Posteriormente, Di Nardo, teniendo como referencia índice de eficiencia energética, propone un método para reevaluar las fronteras de cada sector generado por el método arriba descrito. En el año 2007, Morrison, presenta la guía práctica de la Asociación de internacional del Agua para manejo de sectores. Esta guía establece conceptos en torno a la sectorización y brinda pautas generales para llevar a cabo un procedimiento de esta naturaleza. Hunaidi y Brothers (Londres - 2007) se concentra en la búsqueda del tamaño óptimo de los sectores basados en diferentes criterios y tomando en cuenta sus costes económicos. En Izquierdo (2008) se estudia la importancia relativa de las tuberías en las redes de abastecimiento de agua potable. Con base en este trabajo es posible establecer criterios para la división de las redes por zonas. Izquierdo (2011) desarrolla un software para llevar a cabo sectorizaciones de las Redes de Abastecimiento de Agua Potable basado en la aplicación de técnicas Multi-

agente (MA). Saldarriga (2008) presenta una metodología para evaluar el efecto de la sectorización de redes de abastecimiento empleando como medida de impacto de la misma el índice de resiliencia antes y después de la sectorización. Más recientemente, Herrera (2011) presenta la tesis doctoral: “*Mejora de la gestión de las redes de agua potable mediante la división eficiente en clústeres de abastecimiento*”. En el mismo trabajo se muestra un método de división de las Redes de Abastecimiento de Agua Potable en clústeres mediante aprendizaje *semisupervisado*. También, para el mismo propósito se emplea la técnica Multi-agente (MA). El primero de los métodos presenta dificultades al aplicarse a redes reales (de gran extensión), con lo cual también se presenta un método de *remuestreo* de los datos que, mediante aprendizaje *semisupervisado* y la técnica Multi-agente (MA), permite resolver el problema para redes de mayor extensión. Vegas (2012) presenta en una tesis de máster, una herramienta para efectuar sectorización de redes de manera automática. La misma se basa en la teoría de grafos y está implementada en el software GISRED. A manera de descripción general, la misma funciona identificando inicialmente la red de alta, y luego encontrando en el resto de la red (de distribución) los sectores, que no necesariamente deben encontrarse aislados; es decir, a través de esta herramienta se pueden encontrar sectores separados entre sí mediante válvulas y compartiendo una misma fuente de abastecimiento.

Di Nardo y Di Natale (2011) proponen una técnica heurística para encontrar sectores a través del camino de mínima disipación de energía. Con esta técnica, los operadores pueden escoger la partición que optimice el consumo energético en la red. Di Nardo (2011) aplica una la técnica MLRB4 para subdividir redes a múltiples niveles, seleccionando la mejor partición con base a índices de eficiencia energética. También en Di Nardo (2013) se desarrolla una metodología para identificar Distritos de Áreas de



Medición - aislados mediante combinación de la técnica de grafos con algoritmos genéticos.

CASOS DE IMPLEMENTACION DE LA SECTORIZACION

Sectorización de la ciudad de Managua, capital de Nicaragua.

La ciudad de Managua es la capital de la república de Nicaragua. En esta ciudad se realizó un proyecto de optimización en una parte de la Red de Abastecimiento de Agua Potable. El área de actuación cubrió 1340 km de extensión y entre sus fuentes de abastecimiento de agua potable, cuenta con un lago y 138 pozos distribuidos por todo el territorio, algunos de ellos agrupados a manera de campos de pozos. Una parte de la red fue subdivida en 65 sectores, todos alimentados desde la red de alta de la ciudad. El proceso de división se realizó mediante un proceso empírico, teniendo en cuenta un modelo matemático de la red de alta de la Red de Distribución de Agua Potable y un modelo matemático conjunto de la red de alta y la red secundaria, además de las características topológicas de la red y otros aspectos de carácter urbanístico. Dentro del diseño de los mismos se contempló que cada uno de ellos contara con una sola entrada, eliminando otras posibles entradas, ya sea mediante el cierre de válvulas o mediante el corte de tuberías. Al final, los 65 sectores fueron conformados con un tamaño aproximado de 20 km de longitud de tubería. En cada una de las entradas se colocó una unidad operativa de control (UOC) con un macromedidor y una toma de presión. En 64 de los 65 sectores se comprobó el aislamiento de los mismos evaluando las caídas de presión al cierre de la línea de alimentación. En uno de ellos no se logró hacer dicha comprobación dado que la antigüedad de la red y las carencias catastrales impidieron detectar todos los puntos de inyección de agua al mismo.



Dos casos de sectorización en Perú.

Uno en la ciudad de Lima y Callao y el otro en la ciudad de Huacho. En el primero de los casos se estableció como criterio el área de los sectores. Estos no debían tener un área superior a las 300 ha, con lo que se esperaba tener sectores en los que se alimentara 400 ~ 4000 usuarios. En el otro caso se establecieron sectores con áreas en torno 3 km², los cuales debían tener un único punto de entrada.

Sectorización de la Red de Distribución de Agua Potable de Tegucigalpa. Capital de Honduras.

La ciudad de Tegucigalpa es la capital de Honduras. Su Red de Distribución de Agua Potable cuenta con 1800 km de tubería, 50 tanques de distribución y dos plantas potabilizadoras, más un campo de pozos. Esta ciudad destaca por una topografía bastante irregular, de manera que, en general, el sistema se abastece mediante tanques ubicados en las partes altas que son alimentados a través de bombeos desde las plantas potabilizadoras. En el periodo 2010-2012, la empresa estatal SANAA (Empresa Estatal de Agua en Honduras) llevó a cabo un proyecto de optimización de la red de agua potable. El proyecto, además de incluir el levantamiento catastral de una parte de la Red de Distribución de Agua Potable, también incluyó una campaña de detección de fugas y la ejecución de la sectorización. El diseño de la sectorización se apoyó en un modelo matemático de la red de alta, cuya calibración no se pudo llevar a cabo debido a la intermitencia característica del servicio (las distintas zonas residenciales en general son abastecidas aproximadamente 10 horas por semana). Cada tanque tiene varias salidas (en algunos casos hasta seis) independientes para diferentes zonas, de tal manera que la red ya se encontraba algo sectorizada, por lo que, a la hora de plantear el esquema de sectorización, se trató de mantener el esquema de sectorización ya existente, haciendo divisiones en las zonas en que la presión pudiese superar el límite máximo de presión



establecido por la autoridad local. Estas divisiones se hicieron mediante cortes de tuberías, instalación de válvulas nuevas o cierre de válvulas existentes, aunque la autoridad local manifestó preferencia por los cortes de tuberías. Al final la red quedó subdividida en 75 sectores, alimentados bien por líneas salientes de tanques, o mediante inyecciones salientes de la red de alta.

Sectorización de San Luis de Rio Colorado, Sonora, México

En el informe de acciones Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) -2008 se describe, el trabajo de reducción de fugas realizado en un microsector de una Red de Distribución de Agua Potable. Con la actividad de reducción de pérdida se logró alcanzar una eficiencia física de 77% (IMTA, 2008).

La red de la ciudad abastece a una población de 18,000 habitantes. Para ejecutar el proceso de sectorización se creó un modelo matemático apropiadamente calibrado con mediciones de caudal y presión, además de niveles de pozos. El mismo fue implementado en SCARED. Para definir los sectores hidrométricos (10 en total) se implementaron en SCARED una serie de algoritmos que permiten encontrar la zona de influencia de cada una de las fuentes de abastecimiento. Dichos algoritmos se describen ampliamente en Tzachkov *et al.* (2008).



JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y BENEFICIARIOS DE LA INVESTIGACIÓN

El problema de Abastecimiento del agua Potable, cada día ocupa más la atención de científicos, técnicos, políticos y en general, de la población del país.

La creciente necesidad de lograr el equilibrio hidrológico que asegure el abastecimiento suficiente de agua potable a la población se logrará armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente del agua.

Perú, un país rico en recursos naturales, obtiene el agua que consume la población de fuentes tales como ríos, arroyos y acuíferos del subsuelo. Estos acuíferos se recargan de forma natural en época de lluvias. Sin embargo, la época de lluvias tiene una duración promedio de cuatro meses lo que propicia una escasa captación. Aunado a esto, del total de agua captada por lluvias, aproximadamente el 70% se evapora.

Bajo este panorama, Perú enfrenta actualmente graves problemas de disponibilidad, desperdicio y contaminación del agua. Parte de esta problemática, se enfrenta con la construcción de la Infraestructura Hidráulica que permite satisfacer de agua a los diferentes sectores de la población: el agrícola, el industrial, el doméstico y de servicios y para la generación de energía eléctrica, entre otros.

No obstante, existen diferencias territoriales importantes que son desfavorables.

La zona norte del país está constituida por regiones áridas y las presas tienen la función de captar el agua que se utilizará en la actividad agrícola. En la zona sur del país, donde se localizan las regiones húmedas, las presas tienen como función almacenar el agua para la generación de la energía eléctrica y el control de avenidas.



El caso particular de la Ciudad de Piura

Aunado a la problemática anterior, uno de los problemas más graves detectados en el sistema de producción y distribución de agua potable en la ciudad de Piura, es el relacionado con el Agua No Contabilizada, debido a los asentamientos o hundimientos del terreno natural por causa de la sobreexplotación de los acuíferos, tuberías con un tiempo de servicio de más de 20 años, el tipo de material, las políticas de operación del sistema, la calidad de la mano de obra.

La falta de mantenimiento que acelera el deterioro de la infraestructura, ocasionando el incremento de fugas. En el caso de los equipos de bombeo, no sólo se reduce la eficiencia en su operación incrementándose los consumos de energía eléctrica, sino también presentan fallas continuas y deficiencias que demeritan la calidad del servicio.

Por lo anterior, se propondrán cambios a la red de distribución, de tal manera que permita un mejor control de los volúmenes de agua que entran y salen del sistema, y sobre todo, regulando la presión interna en la tubería, mediante las válvulas de seccionamiento necesarias y los mecanismos para el control de presiones; la medición de gastos de alimentación, así como la variación diaria de la demanda.

Lo antes expuesto, justifica plenamente al trabajo de tesis, titulado “SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA”, así como el análisis hidráulico del sistema a través del programa WATERCAD, además de proponer un sistema para el control de presiones, que disminuyan las grandes pérdidas que presenta la red de distribución de agua potable en esta delegación.



INTRODUCCIÓN

El abastecimiento de agua potable para la ciudad de Castilla se realiza mediante el Sistema: Pozos, Reservorios de Almacenamientos y Sistemas de Distribución, para la Zona de Estudio.

Para mejorar la distribución de Agua Potable, se deberá modificar la red de distribución para proporcionar un suministro planificado de los caudales en las diferentes partes del Sistema de distribución. La sectorización implica la separación del sistema distribución en zonas aisladas denominadas “Sectores” dentro de los cuales se pueda controlar el nivel del servicio del usuario a través de la regulación del caudal de ingreso y el nivel de presiones en el sistema.

Los tres sectores definidos como consecuencia de la Sectorización “SAN BERNARDO” y “EL INDIO”, “MANCO INCA”, en estos tres sectores se dividirán en subsectores para el de control de fugas y/o desperdicios.

En Resumen, con la implementación de la Sectorización en sí, la zona de estudio contará con un elemento de operación del sistema que le permitirá: 1) Controlar Niveles de servicio en cada uno de los Sectores. 2) Facilitar la ejecución de los programas de reducción y control de Agua No Contabilizada.

Entre las actividades están los recorridos a la zona de estudio, para conocer el estado actual de la infraestructura hidráulica, los límites del sector, los puntos de suministro a la red, por otro lado desarrolle todo lo referente a la aplicación del programa WATERCAD, todo el análisis hidráulico, la calibración de la red, el análisis y solución de las propuestas o escenarios, la determinación de las pérdidas, el volumen recuperado, el porcentaje de fugas, la selección de las válvulas reguladoras de presión, la elaboración de figuras y gráficas, cuadros de resultados, conclusiones y recomendaciones.

CAPTULO I

GENERALIDADES

1.1.-MARCO FISICO

1.1.1.-UBICACIÓN GEOGRAFICA

La ciudad de Castilla, Se ubica a $04^{\circ}53'18''$ de latitud sur y $80^{\circ}41'07''$ de longitud oeste, a una altura de 30 m.s.n.m., a la margen derecha del rio Piura.

Distrito : Castilla

Provincia : Piura

Departamento : Piura

Localidad : AA.HH. Independencia, 28 de Julio, Miguel Cortez, Campo Polo, Las Monteros, Chiclayito, San Bernardo, Jesús María, Villa California, El Indio.

La zona de Estudio se encuentra enmarcada entre los paralelos de latitud: $5^{\circ}12'34.8''$ Sur – $5^{\circ}13'49.0''$ Sur y entre los meridianos de longitud $80^{\circ}37'6.5''$ Oeste – $80^{\circ}37'57.5''$ Oeste. Y a una altitud promedio de 31.00 m.s.n.m.

Esquema de Ubicación Geográfica en el mapa del Departamento de Piura



**FIG.1.1.: MAPA
DEPARTAMENTAL
DEL PERU**

A Nivel Departamental



FIG. 1.2: MAPA DEL DEPARTAMENTO DE PIURA POR PROVINCIAS

A Nivel Provincial



FIG. 1.3.: MAPA DE LA PROVINCIA DE PIURA

A Nivel Distrital

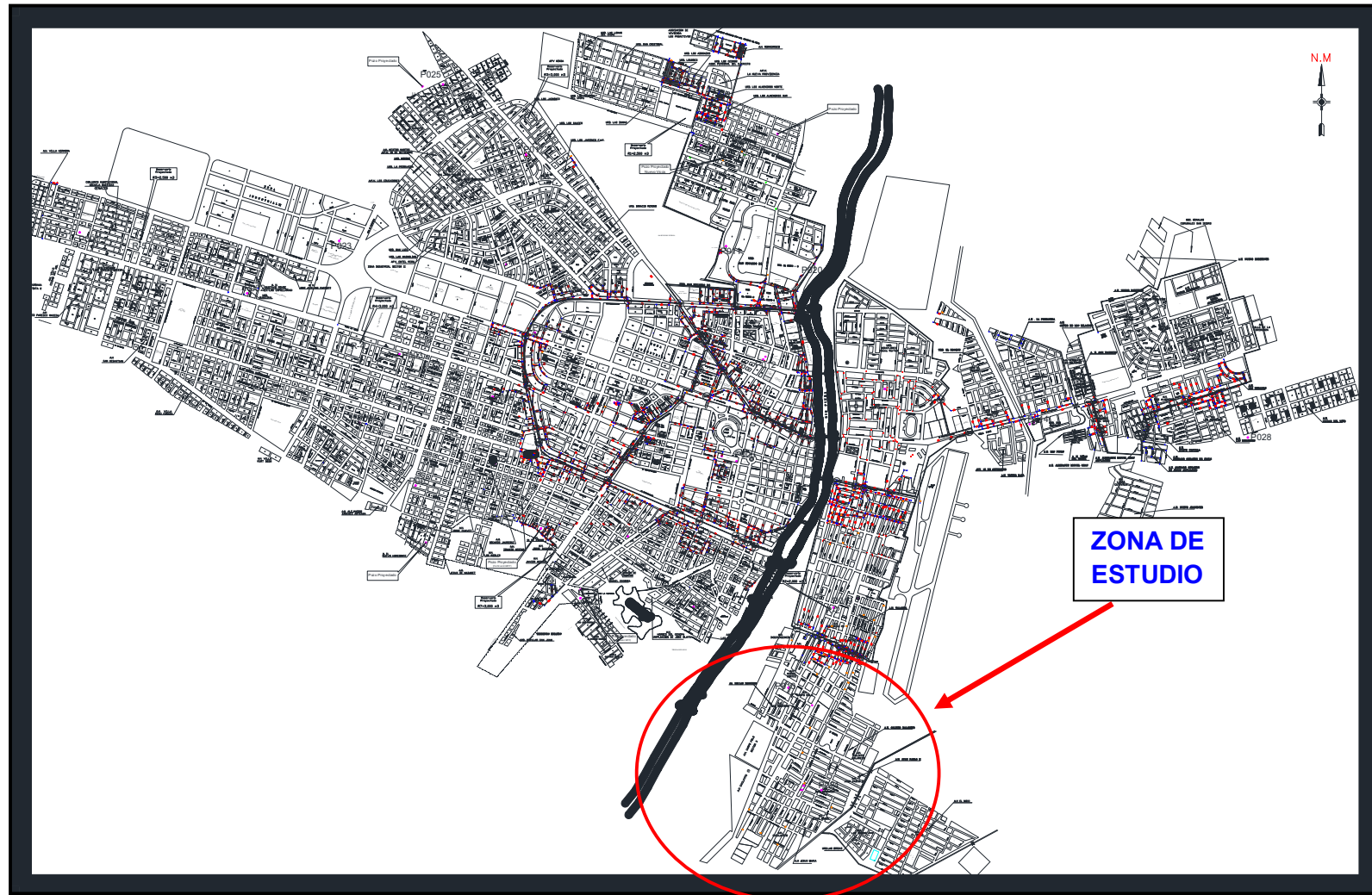


FIG. 1.4.: MAPA DEL DISTRITO DE CASTILLA



Microlocalización

FIG. 1.5.: Esquema de Ubicación Geográfica en el Distrito de Piura y Castilla



1.1.2 SUPERFICIE

La superficie de la zona en estudio está comprendida por los Asentamientos Humanos Independencia, 28 de Julio, Miguel Cortéz, Campo Polo, Calixto Balarezo, Las Monteros, Juan Pablo II, Chiclayito, Urb. San Bernardo, Jesús María, Villa California, El Indio, Las Brisas del distrito de Castilla, Piura.

La superficie total de la zona en estudio es de 279.20 Has.

Así como también conforman el sector operativo área de influencia indirecta de la zona en estudio a las demás viviendas y calles que conforman este, es decir el Asentamiento Humano Talarita, y el Casco Urbano del distrito de Castilla.

1.1.3 CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

Templado, con temperatura que varían entre 18° y 36°C. Afectado cíclicamente por el fenómeno del Niño, con incremento sustancial de precipitación pluvial durante esos periodos.

- Temperatura Máxima Mensual: 33.9°C
- Temperatura Mínima Mensual: 19.9°C
- Temperatura Media Mensual: 26.0°C
- Precipitación Total Mensual: 21mm
- Media de Velocidad del Viento Mensual: 7.99 km/h.

1.1.3.1 COBERTURA VEGETAL

La cobertura vegetal nos muestra una gran diversidad, se han determinado 51 especies de vegetales, con un claro predominio en términos de abundancia de las especies nativas Prosopis pallida (*Algarrobo*) con 302 individuos, la mayoría árboles de mediano y gran porte, además se observa la presencia de zapotes y faiques.



Figura 1.6.: Vista Panorámica de la Avenida Progreso

1.1.4 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

El subsuelo está conformado por depósitos de materiales finos de origen eólico y aluvial, predominantemente arenoso, areno-limoso suelto o medianamente denso, greda salitrosa y cascajo a mayor profundidad (5 m).

De acuerdo con el Estudio de Suelos con fines de cimentación, ofrecidos por los promotores del proyecto y realizados para su predio en terrenos vecinos, se encuentra en la mayoría de sus muestras, suelos compuesto de arcilla arenosa de media plasticidad en estado compacto o arena limosa de baja plasticidad en estado compacto, sin presencia de napa freática superficial, al menos a 2m de profundidad, altura de calicatas. Sin embargo, por experiencia propia y por referencias profesionales se puede prever la no presencia de aguas freáticas a los niveles de excavación del presente estudio.

1.1.5 CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS

Las lluvias en los meses de Diciembre a Abril son el fenómeno natural común en la zona de emplazamiento del proyecto. Existen vías canal para la evacuación de las

aguas pluviales, así como en vías no pavimentadas el terreno las absorbe, también se generan charcos de agua, y en caso de lluvias de grandes magnitudes se generan grandes zonas de lagunas ubicadas fuera de la zona de estudio.

1.2 MARCO URBANO

Piura es en la actualidad luego de Lima uno de los polos económicos más importantes del país, lo cual ha tenido como correlato que esta región sea la segunda con la mayor población del país, albergando aproximadamente al 6% de la población total nacional.

Según estimados del INEI, a junio del 2012, el departamento de Piura contaba con 1,799,607 habitantes y se proyectaba que la población llegara a 1,844,129 en el 2015. Actualmente la provincia más poblada es Piura con 734,437 habitantes, le sigue Sullana con 309,605 habitantes. Las dos provincias menos pobladas son Paita con 122,125 habitantes y Sechura con 71,075 habitantes.

La densidad poblacional del departamento es de 50.1 habitantes por kilómetro cuadrado. Este promedio es superado por las provincias de Piura (118.28), Paita (68.8) y Sullana (57.1). La mayoría de los piuranos vive en zonas urbanas (74.2%), tendencia que se viene acentuando desde hace una década.

Entre el censo de 1993 y el del 2007, la población femenina pasó a ser, con una ligera ventaja, el género mayoritario en Piura, representando el 53.2% de su población. La región registra una tasa global de fecundidad de 2.66 hijos por mujer (por encima del 2.10 a nivel nacional), en tanto que la tasa bruta de natalidad es de 21.18 por cada 1000 habitantes (superior al 16.6 nacional).

Crecimiento de la población

La etapa de mayor crecimiento demográfico del departamento corresponde al más breve periodo censal (1972-1981, 9 años), que registró 297,677 nuevos habitantes.

Le sigue en importancia uno de los periodos censales más largos (1993-2007, 14 años), que registró 316,226 nuevos habitantes.

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PIURA | 1,694,797 | 1,710,456 | 1,725,502 | 1,740,194 | 1,754,791 | 1,769,555 | 1,784,551 | 1,799,607 | 1,814,622 | 1,829,496 | 1,844,129 |
| PIURA | 663,947 | 674,166 | 684,203 | 694,120 | 704,054 | 714,078 | 724,230 | 734,437 | 745,282 | 755,478 | 765,601 |
| AYABACA | 143,201 | 143,104 | 142,936 | 142,717 | 142,472 | 142,222 | 141,971 | 141,708 | 141,422 | 141,108 | 140,757 |
| HUANCABAMBA | 128,492 | 128,463 | 128,338 | 128,179 | 127,997 | 127,810 | 127,623 | 127,423 | 127,204 | 126,960 | 126,683 |
| MORROPON | 167,231 | 166,245 | 165,180 | 164,062 | 162,918 | 161,774 | 160,635 | 159,486 | 158,317 | 157,123 | 155,895 |
| PAITA | 106,916 | 109,133 | 111,340 | 113,552 | 115,786 | 118,059 | 120,375 | 122,725 | 125,101 | 127,496 | 129,904 |
| SULLANA | 290,342 | 293,251 | 296,044 | 298,762 | 301,450 | 304,153 | 306,882 | 309,605 | 312,174 | 314,836 | 317,443 |
| TALARA | 133,538 | 133,582 | 133,569 | 133,521 | 133,427 | 133,339 | 133,250 | 133,148 | 133,027 | 132,878 | 132,695 |
| SECHURA | 61,130 | 62,512 | 63,892 | 65,281 | 66,687 | 68,120 | 69,585 | 71,075 | 72,095 | 73,617 | 75,151 |

Fig. 1.7.: Crecimiento de la Población en la Provincia de Piura.

Distribución por género y edad

La pirámide muestra una ligera ventaja numérica de la población femenina en los grupos de edad menores de 30 años. Piura registra igualmente una mayor esperanza de vida al nacer para las mujeres (70 años frente a 65 años para los varones), promediando los tres últimos censos.

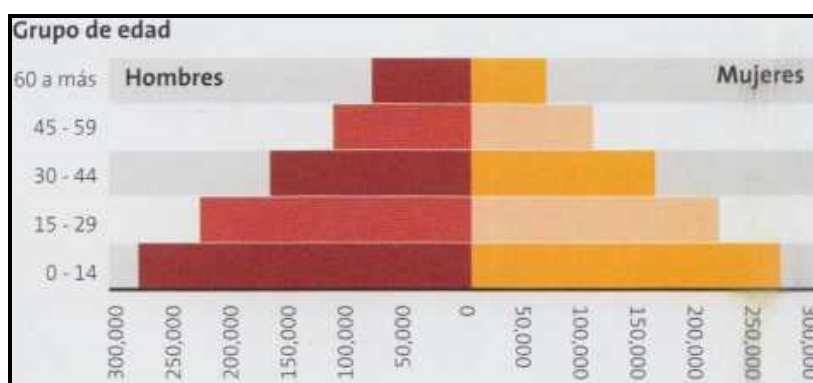


Fig. 1.8: Distribución por Género y Edad.

Población de Piura por Provincias

Piura provincia de intensa actividad comercial y Sullana provincia agroexportadora (arroz, algodón, limón, cocos, mangos) son las más pobladas.



Fig. 1.9.: Población de Piura en la Actividad Comercial.

La disminución de la población rural es un fenómeno constante en casi todo el país y bastante acentuado en Piura. Aumenta con la tecnificación, que exige mayor cercanía entre los proyectos de desarrollo rural y las ciudades por razones energéticas y comerciales.

1.2.1 PROYECCION DE POBLACION

La población beneficiaria son los habitantes de los Asentamientos Humanos Independencia, 28 de Julio, Miguel Cortez, Campo Polo, Calixto Balarezo, Las Monteros, Chiclayito, Juan Pablo II, San Bernardo, Ex Campo Ferial, Villa California, y El Indio del distrito de Castilla.

El proyecto está delimitado por la Av. Jorge Chávez (Ex canal Balarezo) por el norte, por terrenos eriazos por el este, por el sur con la Habitación urbana Santa Rosa, y por el oeste por el Río Piura.

La población de la zona de estudio es de 10,410 viviendas, se detalla en la hoja siguiente la población por asentamiento humano.



Tabla 1.1.: Población de la zona de Estudio por Asentamientos Humanos de Abastecimiento

| ITEM | LOCALIDAD | Nº TOTAL DE LOTES | POBLACION ACTUAL (2017) |
|----------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 01 | A.H. CHICLAYITO I | 364 | 1569 |
| 02 | A.H. CHICLAYITO II | 1658 | 7146 |
| 03 | SAN BERNARDO | 664 | 2862 |
| 04 | A.H. JUAN PABLO II | 347 | 1496 |
| 05 | A.H. CAMPO POLO S1-II ETAPA | 477 | 2056 |
| 06 | A.H. CAMPO POLO S3 | 723 | 3116 |
| 07 | A.H. CALIXTO BALAREZO | 402 | 1733 |
| 08 | EX CAMPO FERIAL | 293 | 1263 |
| 09 | A.H. CAMPO POLO II ETAPA | 427 | 1840 |
| 10 | A.H. CAMPO POLO S1-I ETAPA | 626 | 2698 |
| 11 | A.H. CAMPO POLO S1 - I ETAPA | 667 | 2875 |
| 12 | A.H. LAS MONTERO | 450 | 1940 |
| 13 | A.H. MANUEL CORTEZ | 105 | 453 |
| 14 | A.H. 28 DE JULIO | 395 | 1702 |
| 15 | A.H. INDEPENDENCIA | 166 | 715 |
| 16 | A.H. ALEJANDRO TOLEDO | 399 | 1720 |
| 17 | A.H. EL INDIO | 2247 | 9685 |
| TOTAL DE HABITANTES | | 10410 | 44867 |

Población de la zona de Estudio por Sectores de Abastecimiento**TABLA 1.2.: POBLACION SECTOR N°01 RESERVORIO "MANCO INCA" V= 2000M3**

| Item | Localidad | N° Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|--------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 1 | 585 | 2521 | 3851 |
| 2 | SUB SECTOR 2 | 343 | 1478 | 2258 |
| 3 | SUB SECTOR 3 | 331 | 1427 | 2179 |
| 4 | SUB SECTOR 4 | 601 | 2590 | 3956 |
| 5 | SUB SECTOR 7 | 609 | 2625 | 4009 |
| 6 | SUB SECTOR 8 | 551 | 2375 | 3627 |
| TOTAL | | 3020 | 13016 | 19879 |

TABLA 1.3.: POBLACION SECTOR N°02 RESERVORIO "SAN BERNARDO" V=3000M3

| Item | Localidad | N° Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 5 | 549 | 2366 | 3614 |
| 2 | SUB SECTOR 6 | 414 | 1784 | 2725 |
| 3 | SUB SECTOR 9 | 415 | 1789 | 2732 |
| 4 | SUB SECTOR 10 | 216 | 931 | 1422 |
| 5 | SUB SECTOR 11 | 416 | 1793 | 2738 |
| 6 | SUB SECTOR 12 | 635 | 2737 | 4180 |
| 7 | SUB SECTOR 13 | 554 | 2388 | 3647 |
| 8 | SUB SECTOR 14 | 599 | 2582 | 3943 |
| 9 | SUB SECTOR 15 | 705 | 3039 | 4641 |
| 10 | SUB SECTOR 16 | 640 | 2758 | 4213 |
| TOTAL | | 5143 | 22166 | 33854 |

TABLA 1.4.: POBLACIÓN SECTOR N°03 RESERVORIO "EL INDIO" V= 1500 M3

| Item | Localidad | N° Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 17 | 694 | 2991 | 4568 |
| 2 | SUB SECTOR 18 | 257 | 1108 | 1692 |
| 3 | SUB SECTOR 19 | 551 | 2375 | 3627 |
| 4 | SUB SECTOR 20 | 745 | 3211 | 4904 |
| TOTAL | | 2247 | 9685 | 14791 |

TABLA 1.5.: RESUMEN POBLACION POR SECTOR

| Item | SECTOR | N° Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|--------------|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | SECTOR N°01 - RESERVORIO "MANCO INCA" V= 2000 M3 | 3,020 | 13,016 | 19,879 |
| 2 | SECTOR N°02 - RESERVORIO "SAN BERNARDO" V= 3000 M3 | 5,143 | 22,166 | 33,854 |
| 3 | SECTOR N°03 - RESERVORIO "EL INDIO" V= 1500 M3 | 2,247 | 9,685 | 14,791 |
| TOTAL | | 10,410 | 44,867 | 68,524 |

Con una tasa de crecimiento de 2.14%

Dotación de 220.00 lt/hab/día (Reglamento Nacional de Edificaciones)

El periodo de diseño es de 20 años.

La densidad poblacional es de 4.31 hab/vivienda.

1.2.2 VIVIENDA

Con respecto a las viviendas en la zona en estudio se ha podido constatar que las viviendas son de material noble.

Según el INEI, en el Distrito de Piura existen 14,158 viviendas; de las cuales el 96.60% están distribuidas en el área urbana y el 3.4% en el área rural.

TABLA 1.6.: TOTAL DE VIVIENDAS – DISTRITO DE PIURA

| Distrito y tipo de vivienda | Total | | Urbana | | Rural | |
|---------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| | Viviendas particulares | Personas presentes | Viviendas particulares | Personas presentes | Viviendas particulares | Personas presentes |
| | | | | | | |
| DISTRITO PIURA | 14,158 | 66,276 | 13,676 | 64,241 | 482 | 2,035 |
| Casa independiente | 14,117 | 66,155 | 13,637 | 64,122 | 480 | 2,033 |
| Departamento en edificio | 15 | 52 | 15 | 52 | - | - |
| Vivienda en quinta | 3 | 13 | 3 | 13 | - | - |
| Vivienda en casa de vecindad | 4 | 8 | 4 | 8 | - | - |
| Choza o cabaña | 2 | 2 | - | - | 2 | 2 |
| Vivienda improvisada | 6 | 23 | 6 | 23 | - | - |
| Local no dest. para hab. humana | 10 | 22 | 10 | 22 | - | - |
| Otro tipo | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - |

Fuente: INEI – Censo 2007

En este distrito, el 49.01% de las viviendas es de material noble (ladrillo o bloque de cemento), el 43.66% es de quincha; mientras que el 4.12% es de adobe o tapia; tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

TABLA 1.7.: MATERIAL DE LAS VIVIENDAS-DISTRITO DE PIURA

| Distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes DISTRITO PIURA | Total | Material predominante en las paredes exteriores de la vivienda | | | | | | | |
|---|--------|--|---------------|-------------------------------|--------------------------|--------|------------------|-----------------------------------|---------------|
| | | Ladrillo o bloque de cemento | Adobe o tapia | Madera (pona, tornillo, etc.) | Quincha (caña con barro) | Estera | Piedra con barro | Piedra o sillar con cal o cemento | Otro material |
| Viviendas particulares | 14,158 | 6,939 | 583 | 192 | 6,181 | 110 | 48 | 15 | 90 |
| Ocupantes presentes | 66,276 | 33,192 | 2,598 | 751 | 28,593 | 451 | 214 | 73 | 404 |
| Porcentaje | 100% | 49.01% | 4.12% | 1.36% | 43.66% | 0.78% | 0.34% | 0.11% | 0.64% |

Fuente: INEI – Censo 2007

Respecto, al material de los pisos el 69.53% de viviendas es de tierra; el 26.73% tiene piso de cemento; el 3.22% de las viviendas cuenta con piso de losetas y el 0.10% tiene piso de parquet o madera pulida. En el siguiente cuadro se muestran estos resultados.

TABLA1.8.: MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS PISOS DE LA VIVIENDA

| DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, TIPO DE VIVIENDA Y TOTAL DE OCUPANTES PRESENTES | TOTAL | MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS PISOS DE LA VIVIENDA | | | | | | |
|--|--------|---|---------|--|------------------------|-------------------------------|---|---------------|
| | | TIERRA | CEMENTO | LOSETAS, TERRAZOS, CERÁMICOS O SIMILARES | PARQUE O MADERA PULIDA | MADERA (PONA, TORNILLO, ETC.) | LÁMINAS ASFÁLTICAS, VINÍLICOS O SIMILARES | OTRO MATERIAL |
| DISTRITO PIURA | | | | | | | | |
| VIVIENDAS PARTICULARES | 14,158 | 39,844 | 3,785 | 456 | 14 | 2 | 1 | 56 |
| OCUPANTES PRESENTES | 66,276 | 46,056 | 17,801 | 2,069 | 67 | 3 | 6 | 274 |
| PORCENTAJE | 100% | 69.53% | 26.73% | 0.10% | 0.01% | 0.01% | 0.01% | 0.40% |

Fuente: INEI – Censo 2007

1.2.3 ECONOMIA

Según el Censo del 2007, la PEA del Distrito de Piura, en el área urbana es de 55,753 personas; mientras que en el área rural es de 1,724 personas. Asimismo, la NOPEA, en este distrito, equivale a 34,409 personas; tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

TABLA1.9.: CONDICIÓN DE ACTIVIDAD ECONÓMICA–DISTRITO DE PIURA

| DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y CONDICIÓN | TOTAL | GRANDES GRUPOS DE EDAD | | | | |
|---|--------|------------------------|---------|---------|---------|----------|
| | | 6 a14 | 15 a 29 | 30 a 44 | 45 a 64 | 65 y mas |
| | | años | años | años | años | años |
| DISTRITO PIURA | 57,477 | 13,451 | 17,848 | 12,749 | 9,448 | 3,981 |
| PEA | 23,068 | 371 | 8,089 | 8,138 | 5,497 | 973 |
| OCUPADA | 21,326 | 325 | 7,226 | 7,655 | 5,201 | 919 |
| DESOCUPADA | 1,742 | 46 | 863 | 483 | 296 | 54 |
| NOPE | 34,409 | 13,080 | 9,759 | 4,611 | 3,951 | 3,008 |
| | | | | | | |
| URBANA | 55,753 | 13,026 | 17,307 | 12,373 | 9,191 | 3,856 |
| PEA | 22,516 | 365 | 7,884 | 7,970 | 5,369 | 928 |
| OCUPADA | 20,776 | 320 | 7,021 | 7,487 | 5,074 | 874 |
| DESOCUPADA | 1,740 | 45 | 863 | 483 | 295 | 54 |
| NOPEA | 33,237 | 12,661 | 9,423 | 4,403 | 3,822 | 2,928 |
| | | | | | | |
| RURAL | 1,724 | 425 | 541 | 376 | 257 | 125 |
| PEA | 552 | 6 | 205 | 168 | 128 | 45 |
| OCUPADA | 550 | 5 | 205 | 168 | 127 | 45 |
| DESOCUPADA | 2 | 1 | | | 1 | |
| NOPEA | 1,172 | 419 | 336 | 208 | 129 | 80 |

Fuente: INEI – Censo 2007

En el siguiente cuadro, se puede apreciar que existen 10,169 personas que son trabajadores independientes; le sigue la categoría de obreros con 4,948 personas. También, existen 3,806 personas que son empleados; los trabajadores familiares no remunerados son 1,183; los trabajadores del hogar son 648 personas y 342 personas son empleadores o patronos.



TABLA1.10.: OCUPACIÓN PRINCIPAL DE LA POBLACIÓN – DISTRITO DE PIURA

| DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y OCUPACIÓN PRINCIPAL | TOTAL | CATEGORÍA DE OCUPACIÓN | | | | | | |
|---|--------|------------------------|--------|-----------------------------|------------------------|---|-----------------------------|--------------------|
| | | EMPLEADO | OBRERO | TRABAJADOR INDEPENDIENTE | EMPLEADOR O PATRONO | TRABAJADOR FAMILIAR NO REMUNERADO | TRABAJADO R DEL HOGAR | NO ESPECIFICADO |
| DISTRITO PIURA | 21,106 | 3,805 | 4,958 | 10,169 | 342 | 1,183 | 648 | ----- |

Fuente: INEI – Censo 2007

1.2.4 SERVICIOS URBANOS

AGUA Y ALCANTARILLADO

En los Distritos de: Piura, Castilla, Catacaos y Las Lomas, el abastecimiento de agua potable está a cargo de la Empresa Prestadora de Servicio Grau (EPS GRAU SA.), que lo extrae de dos fuentes: subterráneo y superficial a través de pozos tubulares equipados con electrobombas y de Plantas de Tratamiento de Agua Potable que lo distribuye a la red matriz y en los Reservorios elevados.

ENERGÍA ELÉCTRICA

Según el INEI, en el Distrito de Piura existen 10,857 viviendas que cuentan con el servicio de energía eléctrica.

EDUCACIÓN

Según datos proporcionados por el INEI, 23,553 personas cuentan con primaria completa, 18,107 personas tienen secundaria completa y 1,852 personas tienen educación superior universitaria completa. En el siguiente cuadro se detalla el nivel educativo alcanzado por la población del Distrito de Piura.

TABLA1.11.: Nivel de Educación – Distrito de Piura (Año 2007)

| DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y CONDICIÓN DE ALFABETISMO | TOTAL | GRUPOS DE EDAD | | | | | | | |
|---|--------|----------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 3 A 4 | 5 A 9 | 10 A 14 | 15 A 19 | 20 A 29 | 30 A 39 | 40 A 64 | 65 Y MAS |
| | | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS |
| DISTRITO PIURA | 61,944 | 3,033 | 6,995 | 7,890 | 6,965 | 10,883 | 8,795 | 13,402 | 3,981 |
| SIN NIVEL | 9,083 | 3,033 | 654 | 134 | 146 | 341 | 709 | 2,482 | 1,584 |
| EDUCACION INICIAL | 1,870 | - | 1,816 | 23 | 6 | 6 | 19 | - | - |
| PRIMARIA | 23,553 | - | 4,525 | 5,335 | 1,397 | 2,610 | 2,672 | 5,165 | 1,849 |
| SECUNDARIA | 18,107 | - | - | 2,398 | 4,395 | 4,373 | 3,167 | 3,451 | 323 |
| SUPERIOR NO UNIV. INCOMPLETO | 2,617 | - | - | - | 559 | 1,113 | 492 | 415 | 40 |
| SUPERIOR NO UNIV. COMPLETO | 3,058 | - | - | - | - | 1,110 | 965 | 888 | 93 |
| SUPERIOR UNIV. INCOMPLETO | 1,802 | - | - | - | 462 | 785 | 219 | 307 | 29 |
| SUPERIOR UNIV. COMPLETO | 1,852 | - | - | - | - | 545 | 550 | 694 | 63 |

Fuente: INEI – Censo 2007

En cuanto a la condición de alfabetismo, según el Censo del año 2007, en el Distrito de Piura, existen 52,290 personas que saben leer y escribir; mientras que no saben leer y escribir son 9,654 personas. En el siguiente cuadro se puede observar que en el área urbana 50,826 personas saben leer y escribir y en el área rural tan sólo 1,464 personas.

TABLA1.12.: Condición de Alfabetismo – Distrito de Piura (Año 2007)

| DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y CONDICIÓN DE ALFABETISMO | TOTAL | GRUPOS DE EDAD | | | | | | | |
|---|--------|----------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|
| | | 3 A 4 | 5 A 9 | 10 A 14 | 15 A 19 | 20 A 29 | 30 A 39 | 40 A 64 | 65 Y MAS |
| | | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS |
| DISTRITO PIURA | 61,944 | 3,033 | 6,995 | 7,890 | 6,965 | 10,883 | 8,795 | 13,402 | 3,981 |
| SABE LEER Y ESCRIBIR | 52,290 | | 5,201 | 7,756 | 6,836 | 10,557 | 8,292 | 11,175 | 2,473 |
| NO SABE LEER Y ESCRIBIR | 9,654 | 3,033 | 1,794 | 134 | 129 | 326 | 503 | 2,227 | 1,508 |
| | | | | | | | | | |
| URBANA | 60,075 | 2,936 | 6,780 | 7,632 | 6,742 | 10,565 | 8,539 | 13,025 | 3,856 |
| SABE LEER Y ESCRIBIR | 50,826 | | 5,041 | 7,505 | 6,617 | 10,259 | 8,074 | 10,917 | 2,413 |
| NO SABE LEER Y ESCRIBIR | 9,249 | 2,936 | 1,739 | 127 | 125 | 306 | 465 | 2,108 | 1,443 |
| | | | | | | | | | |
| RURAL | 1,869 | 97 | 215 | 258 | 223 | 318 | 256 | 377 | 125 |
| SABE LEER Y ESCRIBIR | 1,464 | | 160 | 251 | 219 | 298 | 218 | 258 | 60 |
| NO SABE LEER Y ESCRIBIR | 405 | 97 | 55 | 7 | 4 | 20 | 38 | 119 | 65 |

Fuente: INEI – Censo 2007

En el Distrito de Piura, 20,112 personas asisten a un centro de enseñanza regular; siendo del grupo de 6 a 11 años (en edad normativa) el que presenta mayor asistencia en un total de 8,262 personas. Mientras, que el grupo de 17 a 24 años unas 6,785 personas no asisten a un centro de enseñanza regular. En el siguiente cuadro se apreciar los resultados por grupo etáreo.

TABLA1.13.: Asistencia a un Centro de Enseñanza Regular - Piura

| DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y CONDICIÓN DE ALFABETISMO | TOTAL | GRUPOS DE EDAD | | | |
|--|--------|----------------|--------|---------|---------|
| | | 3 A 5 | 6 A 11 | 12 A 16 | 17 A 24 |
| | | AÑOS | AÑOS | AÑOS | AÑOS |
| DISTRITO PIURA | 30,610 | 4,467 | 8,618 | 7,714 | 9,811 |
| ASISTE ACTUALMENTE | 20,112 | 2,414 | 8,262 | 6,410 | 3,026 |
| NO ASISTE | 10,498 | 2,053 | 356 | 1,304 | 6,785 |
| URBANA | 29,636 | 4,322 | 8,348 | 7,480 | 9,486 |
| ASISTE ACTUALMENTE | 19,599 | 2,358 | 8,006 | 6,261 | 2,974 |
| NO ASISTE | 10,037 | 1,964 | 342 | 1,219 | 6,512 |
| RURAL | 974 | 145 | 270 | 234 | 325 |
| ASISTE ACTUALMENTE | 513 | 56 | 256 | 149 | 52 |
| NO ASISTE | 461 | 89 | 14 | 85 | 273 |

Fuente: INEI – Censo 2007

SALUD

Según los resultados obtenidos en el Censo del 2007, existen 17,848 personas del grupo etáreo de 15 a 29 años que están afiliados a algún seguro de salud. En este mismo grupo 2,225 personas cuentan con el SIS; 1,737 personas cuentan con un seguro en ESSALUD y 775 personas cuentan con otro seguro de salud; tal como se puede observar en el siguiente cuadro:

TABLA1.14.: Población afiliada a algún seguro de salud – Distrito de Piura

| DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y CONDICIÓN DE ALFABETISMO | TOTAL | AFILIADO A ALGÚN SEGURO DE SALUD | | | |
|--|--------|--------------------------------------|---------|----------------------------|---------|
| | | SIS (SEGURO INTEGRAL DE SALUD) | ESSALUD | OTRO SEGURO DE SALUD | NINGUNO |
| DISTRITO PIURA | 66,308 | 12,239 | 9,791 | 3,031 | 41,411 |
| MENOS DE 1 AÑO | 1,401 | 636 | 229 | 30 | 510 |
| DE 1 A 14 AÑOS | 20,881 | 7,552 | 3,315 | 713 | 9,341 |
| DE 15 A 29 AÑOS | 17,848 | 2,225 | 1,737 | 775 | 13,139 |
| DE 30 A 44 AÑOS | 12,749 | 1,111 | 2,039 | 589 | 9,065 |
| DE 45 A 64 AÑOS | 9,448 | 521 | 1,519 | 598 | 6,841 |
| DE 65 Y MAS AÑOS | 3,981 | 194 | 952 | 326 | 2,515 |
| | | | | | |
| URBANA | 64,273 | 11,614 | 9,695 | 3,017 | 40,111 |
| RURAL | 2035 | 625 | 96 | 14 | 1300 |

Fuente: INEI – Censo 2007

1.2.4.1 CARACTERISTICAS Y ZONAS DE USO DE SUELO

La morfología urbana de las ciudades de Piura y Castilla responde a particularidades del emplazamiento del poblado, topografía, tipo de terreno y a la presencia del río Piura.

En el caso de Castilla, se grafica en un núcleo central limitado por el río Piura, el Aeropuerto y dos franjas que se desarrollan en diferentes sentidos, una hacia el Sur en cuyo extremo Sur-este se ubica el A.H. El Indio; y la otra franja que se expande hacia el Nor-Este.

La fisonomía de la ciudad se caracteriza por una topografía casi plana, calles longitudinales con una sección transversal ligeramente ancha, a lo largo y ancho de la ciudad, existiendo algunas calles transversales de sección bastante angosta, sobre todo en el área central, tanto de Piura como de Castilla.

Desde el aspecto físico espacial, las características de los centros históricos, de las ciudades, obedecen a la antigüedad, como a los aspectos funcionales y de usos de los espacios públicos del mismo. Con relación al trazo de la ciudad, es posible que las Plazas de Armas respondan a la ubicación original, como también es posible que las construcciones aledañas hayan respetado la configuración urbana que se dio en sus inicios. Estos sectores, que responden al centro histórico de las ciudades de Piura y Castilla, no presentan un trazo de damero, propio de las ciudades fundadas por los españoles en la época del Virreinato.

La expansión de las ciudades se da por el incremento demográfico, que en el caso de las ciudades materia de estudio, ha rebasado la capacidad de atención de la gestión local, al conocerse la gran cantidad de Asentamientos Humanos.

En ambas ciudades se nota un crecimiento desordenado, demostrándose en el proceso de ocupación del territorio, la preferencia a las zonas aledañas a las vías, o cerca a sectores con vocación de uso comercial o industrial.

En la periferia la población se ha asentado en forma desordenada originando espacios urbanos policéntricos, sin planificación integradora con el resto de la ciudad, generando problemas urbanos de índole social por la dificultad para la instalación de servicios básicos; de comunicación, por la difícil accesibilidad para los vehículos; como también problemas de seguridad física al localizarse en áreas vulnerables ante fenómenos naturales. Muchos Asentamientos Humanos, se encuentran ubicados en zonas bajas inundables por efecto de lluvias extraordinarias, o simplemente en zonas depresivas donde se estanca el agua ante cualquier lluvia que se presente.

En los sectores de los centros comerciales existen edificaciones de 4 pisos a más, predominando en el área consolidada de la ciudad, 2 pisos de altura.

En la periferia predominan las construcciones de un piso, existiendo en forma aislada construcciones de dos pisos. Las viviendas en estado de conservación regular, tienen esta calificación al observarlas sin una adecuada pintura en la fachada, también existen viviendas abandonadas o con un uso esporádico.

Con relación a la recreación pública, para la recreación pasiva, el área más representativa e importante en las dos ciudades (Piura y Castilla) es la Plaza de Armas, donde se realizan actividades cívicas de toda índole. Estas se encuentran bien implementadas, con bancas y muchas plantas incluyendo árboles.

En Piura existen 26 parques debidamente implementados, como, entre otros, los Parques Angamos, Pizarro o Tres Culturas (Castilla), Miguel Cortéz, Ignacio Merino, Mártires de Huchuracay, El Niño, etc. Para recreación activa se tiene 6 mini Coliseos Municipales, como Santa Rosa de Lima, Campeones Bolivarianos, Abrahán Lincoln.

La ciudad de Castilla, se encuentra mejor implementada en lo que a recreación publica se refiere. Para recreación pasiva cuenta con 19 parques, entre otros, Parques Ramón Castilla, Rotary, Chiclayito y Don Bosco y 10 Plazuelas, entre otras, La Primavera, Eloy Nunura, Sagrado Corazón de Jesús y Central de Táchala. Para recreación activa 19 cuentan con 3 Coliseos, 2 Estadios y 2 Centros Recreacionales, San Juan de Dios y Parque Zonal 03 de Octubre. En ambas ciudades, muchos de los Asentamiento Humanos de la periferia han considerado áreas para recreación pública, habiéndose implementado en algunas lozas deportivas donde practican, de preferencia, el fútbol.

Con relación al **Sector Educación**, se cuenta con centros educativos de grandes dimensiones y de importancia; pero cabe informar que en muchos casos la infraestructura no presenta garantías de seguridad física, sumando que algunos de ellos no cuentan con los servicios básicos de agua y desagüe. Así mismo se informó que el mobiliario es muy antiguo en algunos de los centros educativos.

Sector Salud, en las ciudades de Piura y Castilla se ubica la mayor infraestructura de establecimientos de salud, con mejores condiciones de equipamiento, existiendo establecimientos de salud tanto públicos como privados. Se cuenta con Centros de Salud, el Hospital Regional Cayetano Heredia (en el Distrito de Castilla) y de atención privada, Centros Médicos, Hospitales y Clínicas especializadas.

En las ciudades de Piura y Castilla, el comercio cumple rol preponderante en su economía, considerando que es la principal actividad económica. Una arteria comercial importante en ambas ciudades se ha consolidado alrededor de las Plazas de Armas y áreas adyacentes. Así mismo en las inmediaciones de los Mercados Centrales y a lo largo de las vías principales.

En la ciudad de Piura, se ha observado que el comercio no se localiza respetando el tipo de giro o especialización, generando un caos por la diversidad de tipos de comercio que requieren igualmente diferentes tipos de servicios.

Con respecto a los Mercados Centrales, por una falta de planificación y de control urbano por parte de las autoridades locales, presentan una situación caótica tanto en su interior como en las calles que los rodean.

En su interior no existe una buena organización, con relación al orden y la limpieza, ni un buen mantenimiento de su infraestructura, tanto es así que el Mercado Central de Castilla presenta grietas peligrosas en el techo de concreto armado, con peligro de colapsar.

En Castilla, existe una Fábrica de Pota ubicada en el centro de la ciudad, que está generando problemas de contaminación ambiental. También existe industria, más de carácter artesanal, ubicada al este del distrito, no afectando a sectores residenciales, por ser tipo de Industria Elemental y Complementaria e Industria Liviana.

Existen dos variantes de la **Carretera Panamericana**, una que une a Piura hacia el norte con Tumbes y hacia el sur con Chiclayo; la otra variante que une a Piura con Ecuador. Existe la antigua **Carretera Panamericana**, que se denomina actualmente la Carretera Interoceánica Paíta-Belén, ya que llegara el Brasil. También cuenta con vías interprovinciales y vecinales que conforman la trama urbana de cada una de las ciudades, encontrándose las principales debidamente pavimentadas y sin tratamiento el resto de las vías.

Existen calles que en muchos casos no se interconectan o no tienen continuidad, consecuencia de la ocupación del suelo en forma espontánea y sin planificación. El modo de transporte es mediante ómnibus, autos, combis, microbuses y moto taxis. Se ha podido apreciar mucho desorden en el transporte terrestre de pasajeros, consecuencia de la existencia de la cantidad de terminales terrestres que operan en el centro de la ciudad de Piura, 23 con autorización.

Existe un Terminal Terrestre Interdistrital e Interprovincial. Las ciudades de Piura y Castilla presentan un alto grado de contaminación ambiental, originada por el arrojo de 20 los residuos sólidos, los cuales se pueden observar en los puentes, drenes, canales, ribera del río, en las márgenes de las carreteras y a lo largo de las vías urbanas. El sector donde se ubican los ambulantes también es un foco contaminante. Un problema grave en la ciudad de Piura – Castilla, para el medio ambiente y la población, es la cantidad de recicladores de residuos sólidos que trabajan y generan sus botaderos dentro de la ciudad, y en cualquier lugar. Se observa como la población quema basura y maleza sin considerar el medio ambiente.

USO DE SUELO**USO RESIDENCIAL****TABLA1.15.: TIPO DE VIVIENDA EN LA CIUDAD DE PIURA - CASTILLA**

| CATEGORÍAS | PIURA | | CASTILLA | |
|--------------------------------------|---------------|---------------|--------------|------------|
| | Casos | % | Casos | % |
| Casa Independiente | 52,995 | 89.80 | 25835 | 95.68 |
| Departamento en edificio | 2379 | 4.03 | 560 | 2.07 |
| Vivienda en quinta | 271 | 0.46 | 108 | 0.40 |
| Casa en casa de vecindad | 112 | 0.19 | 100 | 0.37 |
| Vivienda improvisada | 3008 | 5.10 | 323 | 1.20 |
| Local no destinado para hab. humana | 64 | 0.11 | 25 | 0.09 |
| Otro Tipo Particular | 11 | 0.02 | 4 | 0.01 |
| Hotel, hostel, hospedaje | 94 | 0.16 | 19 | 0.07 |
| Casa Pensión | 10 | 0.02 | 10 | 0.04 |
| Hospital Clínica | 14 | 0.02 | 4 | 0.01 |
| Cárcel centro de readaptación social | 3 | 0.01 | 0 | 0 |
| Asilo | 1 | 0.00 | 0 | 0.25163 |
| Aldea Infantil, Orfelinato | 6 | 0.01 | 1 | 0.00 |
| Otro Tipo Colectiva | 23 | 0.04 | 10 | 0.04 |
| Choza o cabaña | 25 | 0.04 | 0 | 0 |
| En la calle (persona sin vivienda) | 1 | 0.00 | 3 | 0.01 |
| Total | 59,017 | 100.00 | 27002 | 100 |

Fuente: INEI Censo Nacional de Población y Vivienda 2007

De acuerdo con el cuadro anterior, tenemos que en la ciudad de Piura existe menos casas independientes y más departamentos en edificios, que en Castilla. Esto corresponde a que el sector comercial, alrededor de la Plaza de Armas de Piura, está más consolidado con construcciones verticales de 4 a más pisos.

Sin embargo, los porcentajes altos de casas independientes tanto en Piura (89.80%) y Castilla (95.68%) nos indican que en ambas ciudades predomina la vivienda unifamiliar y que corresponden a ciudades homogéneas, en cuanto a altura de edificación, con excepción de los sectores comerciales.

Observando el mismo cuadro tenemos que en Piura y Castilla existe un 94.48% y 98.52% de casas habitables, respectivamente, mientras que el 6.27% y 1.31% son viviendas que no reúnen las condiciones mínimas de habitabilidad.

En términos generales se puede decir que en Piura y Castilla 28,039 habitantes (7.58%) o 5,608 familias viven en forma precaria, sin calidad de vida. También nos demuestra este Cuadro que existe un déficit cualitativo de 5,608 viviendas.

**TABLA 1.16.: NUMERO DE HABITACIONES EN LA CIUDAD DE PIURA –
CASTILLA**

| Categorías | PIURA | | CASTILLA | |
|-----------------|--------|-------|----------|-------|
| | Casos | % | Casos | % |
| 1 habitación | 7980 | 14.27 | 3864 | 15.36 |
| 2 habitaciones | 12956 | 23.16 | 6188 | 24.59 |
| 3 habitaciones | 13306 | 23.79 | 6166 | 24.50 |
| 4 habitaciones | 9616 | 17.19 | 4174 | 16.59 |
| 5 habitaciones | 5348 | 9.56 | 2349 | 9.34 |
| 6 habitaciones | 3074 | 5.50 | 1050 | 4.17 |
| 7 habitaciones | 1508 | 2.70 | 573 | 2.28 |
| 8 habitaciones | 915 | 1.64 | 358 | 1.42 |
| 9 habitaciones | 502 | 0.90 | 175 | 0.70 |
| 10 habitaciones | 336 | 0.60 | 133 | 0.53 |
| 11 habitaciones | 139 | 0.25 | 49 | 0.19 |
| 12 habitaciones | 110 | 0.20 | 40 | 0.16 |
| 13 habitaciones | 65 | 0.12 | 18 | 0.07 |
| 14 habitaciones | 42 | 0.06 | 11 | 0.04 |
| 15 habitaciones | 37 | 0.06 | 15 | 0.06 |
| Total | 55,934 | 100 | 25163 | 100 |

Fuente: INEI Censo Nacional de Población y Vivienda 2007

El Cuadro anterior nos señala igualmente, que las viviendas de 2 (47.75%) y 3 (48.29%) habitaciones, son las que predominan en ambas ciudades. Igualmente consideramos que el porcentaje de 29.63% de viviendas de una habitación es alto.

Con relación a las viviendas de 1 y 2 habitaciones. Sumados los dos porcentajes resulta que el 77.38% (286,239 habitantes o 57,247 familias) viven en forma hacinada o sin tener la privacidad con que toda persona tiene derecho.

**TABLA 1.17.: CONDICION DE OCUPACION Y TENENCIA DE LA VIVIENDA
EN LA CIUDAD DE PIURA – CASTILLA**

| CONDICIÓN DE OCUPACIÓN | | | | | TENENCIA DE LA VIVIENDA | | | | |
|--|---------------|-----------------|--------------|------------|--|--------------|----------------|--------------|------------|
| CATEGORIA | PIURA | | CASTILLA | | CATEGORIA | PIURA | | CASTILLA | |
| | CASOS | % | CASOS | % | | CASOS | % | CASOS | % |
| Ocupada, con personas presentes | 55934 | 95.02 | 25163 | 93.35 | Alquilada | 5185 | 9.27 | 2287 | 9.09 |
| Ocupada, con personas ausentes | 1209 | 2.05 | 656 | 2.43 | Propia por invasión | 9879 | 17.66 | 2445 | 9.72 |
| De uso ocasional | 110 | 0.19 | 75 | 0.28 | Propia pagando plazos | 4236 | 7.57 | 1648 | 6.55 |
| Desocupada, en Alquiler | 150 | 0.26 | 151 | 0.56 | Propia totalmente pagada | 33152 | 59.27 | 16708 | 66.40 |
| Desocupada, en construcción o reparación | 220 | 0.37 | 123 | 0.46 | Cedida por el Centro de Trabajo / otro hogar/Institución | 1332 | 2.38 | 906 | 3.60 |
| Abandonada, cerrada | 1135 | 1.93 | 741 | 2.75 | Otra forma | 2150 | 3.84 | 1169 | 4.65 |
| Otra causa | 107 | 0.18 | 46 | 0.17 | | | | | |
| Total | 58,865 | 100.00 % | 26955 | 100 | Total | 55934 | 100.00% | 25163 | 100 |

Fuente: INEI Censo Nacional de Población y Vivienda 2007

En el Cuadro anterior se ha registrado la existencia de 95.02% y 93.35% de viviendas que tienen la condición de ocupadas con personas presentes en las ciudades de Piura y Castilla, respectivamente; mientras que las viviendas ocupadas con personas ausentes, y desocupadas en alquiler alcanzaron el 5.30% (2,166 viviendas). Las 2,166 viviendas, resultantes en el acápite anterior, sumadas a los rubros de viviendas alquiladas y otra forma de Tenencia de la Vivienda (26.85%) que corresponden a 10,791 viviendas, establecen un déficit cuantitativo total de 12,957 viviendas.

**TABLA1.18.: NUMERO DE HOGARES EN LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE
PIURA – CASTILLA**

| CATEGORÍAS | PIURA | | CASTILLA | |
|--------------------------------|---------------|-----------------|--------------|------------|
| | Casos | % | Casos | % |
| Vivienda particular desocupada | 2931 | 4.97 | 1792 | 6.64 |
| Vivienda con 1 hogar | 52722 | 89.33 | 23760 | 87.99 |
| Vivienda con 2 hogares | 2644 | 4.48 | 1142 | 4.23 |
| Vivienda con 3 hogares | 482 | 0.82 | 229 | 0.85 |
| Vivienda con 4 hogares | 70 | 0.12 | 29 | 0.11 |
| Vivienda con 5 hogares | 16 | 0.03 | 3 | 0.01 |
| Vivienda colectiva | 152 | 0.25 | 47 | 0.17 |
| Total | 59,017 | 100.00 % | 27002 | 100 |

Fuente: INEI Censo Nacional de Población y Vivienda 2007

Del presente cuadro y el anterior se tiene que entre las dos ciudades tenemos 90,146 hogares y 61,119 viviendas ocupadas con personas presentes, la diferencia entre ambos nos da como resultado la existencia de un déficit cuantitativo de 29,027 viviendas. De acuerdo con lo que se ha venido analizando, se tiene un déficit cualitativo de 5,608 viviendas, inadecuadas para vivir; un déficit cuantitativo de 12,957 viviendas alquiladas, que asumimos que son familias que no tienen vivienda propia, más un déficit cuantitativo de 29,027 viviendas, resultando un déficit total de 47,592 viviendas en Piura y Castilla, que se requiere construir para cubrir el déficit habitacional existente. Los resultados del censo también nos indican que existen 1,876 viviendas particulares, abandonadas cerradas.

USO COMERCIAL

El uso comercial en las ciudades de Piura y Castilla se localiza principalmente alrededor de la Plaza de Armas, a lo largo de las vías principales y de los Mercados, donde también se ha ubicado el comercio ambulatorio, especialmente en la ciudad de Piura.

Comercio Interdistrital; caracterizado por el comercio de bienes y servicios de nivel metropolitano, por la presencia de sucursales bancarias e instituciones de crédito. Este tipo de Comercio corresponde al que se ha consolidado en los alrededores de la Plaza de Armas de la ciudad de Piura. Este comercio está constituido por bazares, bodegas, restaurantes, heladerías y cebicherías; instituciones bancarias, consultorios, estudios profesionales, hoteles, galerías comerciales, supermercados, CARSA, SAGA, Ripley, CURACAO, TOPY TOP y discotecas, entre otros.

Comercio Distrital, que corresponde a los centros comerciales caracterizados por su magnitud y la diversidad de actividades comerciales de bienes. En Piura se está consolidando este tipo de comercio en los alrededores del Mercado Central, sin tener

como requisito la ubicación de un Mercado. En este sector encontramos tiendas de abarrotes, panaderías, comida rápida, repuestos, equipos de riego, cerveza – gaseosas, calzado, fotocopiado, farmacias, boticas, hoteles, hostales y restaurantes, entre otros.

Comercio Sectorial; se caracteriza por establecimientos de comercio de bienes de consumo y servicios de mediana magnitud, tiendas de artículos diversos, oficinas. Este tipo de comercio se está generando con la ubicación de centros comerciales como Plaza del Sol.

Comercio Vecinal, se localiza en los alrededores del Mercado Central de Castilla, Se caracteriza por el comercio de alimentos y artículos de primera necesidad, como verdulerías, fruterías, panaderías, tiendas de abarrotes, ferreterías, plásticos, pinturas, artefactos eléctricos, librerías, copiadoras, lavanderías, restaurantes; así como el comercio de abonos, semillas e implementos agrícolas en general. Comercio Local, se localiza prácticamente en toda la ciudad, como pequeñas bodegas de alimentos y artículos de primera necesidad, como verdulerías, panaderías y tiendas de abarrotes, instalados en lotes de uso mixto vivienda-comercio, en zonas residenciales.

Comercio Ambulatorio. Se localiza en los alrededores de los Mercados Modelos de Piura y Castilla. El comercio ambulatorio por su magnitud, genera caos en la circulación vehicular y peatonal, llegando a ocupar parte de la vía pública.

Entre los Asentamientos Humanos, que están creando un circuito comercial de importancia, destacan los siguientes: María Goretti, La Primavera, San Antonio, San Valentín, Tacalá, Cossío del Pomar y los Médanos, con actividades comerciales como: Ferreterías, Materiales de Construcción, Hospedajes, Internet, Servicios Automotrices, Restaurantes y Abarrotes en general.

En las zonas de Uso Recreacional: se puede precisar que en el Área de Expansión Urbana de Castilla, existen plazas, parques y áreas públicas de recreación, que

mejoran el ornato público y se constituyen en centros de esparcimiento de la población, destacando el Estadio Miguel Grau y el Estadio Manco Inca en el distrito.

Las Zonas de Uso Industrial y Comercial. No se ha registrado hasta la fecha una zona consolidada dentro del distrito, en la que se pueda ubicar diversas industrias livianas y de comercio. Actualmente, la zona destinada para actividades de la industria liviana, ubicada en el eje vial de la Carretera Bioceánica que comunica con la ciudad de Chulucanas, se encuentra invadida por el Asentamiento Humano “San Francisco de Asís”, que conjuntamente con la Universidad “Alas Peruanas” ocupan actualmente el 50% de la superficie reservada.



Fig. 1.10.: Centro Comercial Open Plaza de Castilla

USO INDUSTRIAL

En la ciudad de Castilla, en el casco urbano se encuentra ubicada una fábrica de pota, en el Asentamiento Humano Campo Polo, originando la contaminación del aire con fuertes ruidos, afectando a la población.

En Castilla encontramos empresas y micro empresas dedicadas a la agro exportación de productos orgánicos, elaboración de algarrobina y miel de abeja, panificación, fabricación de losetas y mayólicas, industrias que responden al tipo de Industria liviana I2, por ser de tipo artesanal. Se encuentra ubicada al este de la ciudad, sin originar conflictos con la población de los Asentamientos Humanos colindantes.

La Industria Elemental y Complementaria; que es compatible con vivienda, la constituye la fabricación de pan, los talleres de soldadura eléctrica, de mecánica, reparación de carros y motocicletas. Se ha observado que a lo largo de la Carretera Panamericana se está consolidando este tipo de industria.



Fig. 1.11.: Fábrica de Pota – A. H Campo Polo, Distrito de Castilla

USOS ESPECIALES

Los usos especiales corresponden al equipamiento institucional y administrativo, que comprende organismos del Gobierno Local, como la Municipalidad, Gobierno Regional y de servicios locales, como las Iglesias, el Juzgado de Paz, la PNP, Banco de la

Nación, Defensa Civil, Comisión de Regantes, Compañía de Bomberos, Cementerio, Catedral, Iglesias, Fiscalía, y otros grandes equipamientos como el estadio Municipal, Coliseos, Centros de Recreación, campo deportivo múltiple, grifos, planta eléctrica, pozos de agua, Aeropuerto y cementerios. En Castilla se ubica el cementerio ubicado al lado del Aeropuerto y otro cementerio privado Campo de Paz, ubicado en la zona periférica de Castilla.



Fig. 1.12.: Aeropuerto Cap. Guillermo Concha Iberico - Castilla

1.2.4.2 RIESGOS Y VULNERABILIDAD

El territorio de Castilla, por la vulnerabilidad ó fragilidad que presenta está sujeto a riesgos de desastres naturales, como el Fenómeno del Niño e impactos del Cambio Climático. La frecuencia e intensidad de estos fenómenos, que se presentan en la región norte, colapsan la infraestructura básica de la ciudad e infraestructura productiva, integración vial y social. Estos acontecimientos son inevitables y es de responsabilidad, tanto de las instituciones como de la propia sociedad civil en su conjunto, desarrollar estrategias de prevención para minimizar los efectos adversos.



Fig. 1.13.: Calle de Piura después de las lluvias ocasionadas por el FEN.

1.3 INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

La situación actual del servicio de agua potable en la Zonal Piura, Catacaos y las Lomas; en algunos sectores es restringido y por otro lado existe un sector de la población que no tiene éste servicio, motivo por el cual aquellos pobladores acarrear agua de las zonas aledañas y/o compran a los carretilleros y/o cisternas de agua.



Fig. 1.14.: La población que no cuenta con el servicio de agua potable acarrea de piletas y de viviendas que cuentan con dicho servicio.

De los análisis de agua alcanzados por EPS GRAU SA se tiene que la mayoría de los diversos pozos existentes que abastecen a la ciudad de Piura, Castilla y Catacaos, tienen indicadores por encima del límite máximo permisible de calidad. Actualmente

según información del área de operaciones de ESP GRAU SA, con la mezcla que se efectúa en los reservorios recientemente construidos del agua proveniente de la Planta de Curumuy y algunos pozos existentes, se ha logrado disminuir estas cantidades de cloruros, así como se muestran en el siguiente cuadro.

En Piura-Castilla las líneas de impulsión de agua potable son en su mayoría de AC. Las líneas de impulsión de los pozos son de PVC; las líneas de conducción e impulsión que provienen de la planta de Curumuy son de hierro dúctil HD.

Las redes de distribución de agua potable son abastecidas directamente de los pozos; por su configuración y características particulares no permiten un reparto equitativo ni apropiado del líquido elemento.

La red de distribución de Piura está compuesta de 398,5 km de tuberías con diámetros entre 75 a 350 mm, con una antigüedad entre 40 y 50 años.

1.3.1 AGUA POTABLE

Castilla se abastece de agua mediante el uso de pozos tubulares a cargo de EPS. GRAU. S.A. y artesanos que pertenecen a particulares, utilizados en forma provisional, mientras se integra dicha área al esquema de expansión de servicio de EPS. GRAU. S.A.

El servicio de agua potable por red pública, mediante los pozos a cargo de EPS. GRAU S.A., abastece al 70% de la superficie del casco urbano sin considerar el Aeropuerto, es decir 828 has aproximadamente. Los pozos son los siguientes:

- PO13 Pozo Cortijo
- PO14 Pozo La Granja
- PO15 Pozo Miraflores
- PO18 Pozo Cossio del Pomar
- PO19 Pozo Grau
- PO24 Pozo El Indio

La escasez de agua no permite asegurar un servicio continuo a los usuarios del sistema, la continuidad de suministro de agua en promedio es de 12 horas diarias.

Existe además el problema de la falta de tratamiento adecuado del agua, distribuyéndose agua salobre. La Organización Panamericana de la Salud establece que solo son permisibles 250mg/l de cloruros (sales) pero de los pozos que tiene Castilla solo dos (El Indio: 185mg/l y El Cortijo: 200mg/l) cumplen con el requisito, mientras que los otros 4 no son aptos para el consumo humano (Cossio del Pomar: 460mg/l, La Granja: 655mg/l, Grau: 864mg/l y Miraflores: 1270mg/l), esto produce enfermedades diarreicas y males al riñón; siendo más crítica esta situación en las zonas periurbanas donde por el inadecuado manejo del agua (transporte, almacenamiento y uso) ésta fácilmente se contamina produciendo además a la población infantil un alto índice de parasitosis.

Castilla tiene un déficit de 15% de demanda de agua, de acuerdo a lo establecido en el Informe de la Empresa Prestadora de Servicio GRAU. Las zonas de reciente ocupación son la que mayormente no tienen cobertura de este servicio. El Proyecto Especial de Aguas Superficiales cuya captación se realiza a través de la Represa de Poechos permitirá la solución al actual servicio de agua.

ALGUNAS ESTADÍSTICAS EN MATERIA DE AGUA POTABLE:

La población que tiene servicio de agua todos los días, de acuerdo al siguiente cuadro, corresponde a un 94.76% y 92.32% en Piura y Castilla, respectivamente, lo que contradice lo establecido en el otro cuadro que sigue. Esto sucede porque un sector de la población hace sus instalaciones clandestinas, obteniendo agua del vecino.

TABLA 1.19.: SERVICIO DE AGUA – TODOS LOS DIAS DE LA SEMANA DE LA CIUDAD DE PIURA - CASTILLA

| CATEGORIA | PIURA | | CASTILLA | |
|--|--------------|---------------|--------------|------------|
| | CASOS | % | CASOS | % |
| Si tiene servicio de agua todos los días. | 47039 | 94.76 | 19090 | 92.32 |
| No tienen servicio de agua todos los días. | 2603 | 5.24 | 1588 | 7.68 |
| TOTAL | 49642 | 100.00 | 20678 | 100 |

Fuente; INEI Censo Nacional de Población y Vivienda 2007

Con respecto al desagüe, administrado por la EPS Grau, en las ciudades de Piura y Castilla se han ubicado los centros de tratamiento de las aguas servidas, implementadas con 17 cámaras de bombeo, que a través de líneas de impulsión llevan el agua a 11 lagunas de estabilización. De acuerdo a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda del 2007, tenemos que el 66.26% y 66.67% de la población de Piura y Castilla, respectivamente, tienen red pública de desagüe dentro de su vivienda.

TABLA 1.20.: ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SS.HH. QUE TIENE LA VIVIENDA DE LA CIUDAD DE PIURA - CASTILLA

| AGUA TIPO | PIURA | | CASTILLA | | SS.HH. TIPO | PIURA | | CASTILLA | |
|--|--------------|---------------|--------------|------------|--|--------------|---------------|--------------|------------|
| | CASOS | % | CASOS | % | | CASOS | % | CASOS | % |
| Red pública dentro de la vivienda (agua potable) | 42410 | 75.82 | 18383 | 73.06 | Red pública de desagüe dentro de la vivienda | 37061 | 66.26 | 16776 | 66.67 |
| Red pública fuera de la vivienda. | 3521 | 6.29 | 1272 | 5.06 | Red pública de desagüe fuera de la vivienda. | 1750 | 3.13 | 880 | 3.50 |
| Pilón de uso publico | 3711 | 6.63 | 1023 | 4.07 | Pozo séptico | 2626 | 4.69 | 1163 | 4.62 |
| Camión-cisterna u otro similar | 1593 | 2.85 | 1608 | 6.39 | Pozo ciego o negro/letrina | 9344 | 16.71 | 4521 | 17.97 |
| Pozo | 346 | 0.62 | 159 | 0.63 | Río, acequia o canal | 101 | 0.18 | 44 | 0.17 |
| Río, acequia, manantial o similar | 356 | 0.64 | 17 | 0.07 | No tiene | 5052 | 9.03 | 1779 | 7.07 |
| Vedno | 2567 | 4.59 | 1797 | 7.14 | | | | | |
| Otro | 1430 | 2.56 | 904 | 3.59 | | | | | |
| TOTAL | 55934 | 100.00 | 25163 | 100 | TOTAL | 55934 | 100.00 | 25163 | 100 |

Fuente; INEI Censo Nacional de Población y Vivienda 2007

El problema más relevante en las ciudades de Piura y Castilla, es la antigüedad de las tuberías de agua y alcantarillado, las mismas que se encuentran en malas condiciones, por los efectos corrosivos de la capa freática ubicada muy cerca de ellas.

1.3.1.1 ALMACENAMIENTO Y BOMBEO

ALMACENAMIENTO

En la zona de estudio se tiene dos reservorios de almacenamiento; Reservorio R-2 (Manco Inca), reservorio San Bernardo, y un reservorio proyectado denominado El Indio en ejecución en estos momentos.

Reservorio R-2 (Manco Inca)

Este reservorio de almacenamiento es elevado, con un volumen de 2000 m³. Reservorio Construido recientemente en el Lote 2-A de inversiones para la ciudad de Piura y Castilla.

Abastece de agua potable a los Asentamientos Humanos; Independencia, 28 de Julio, Miguel Cortez, Campo Polo, Calixto Balarezo, Las Monteros,

Reservorio San Bernardo

Este reservorio de almacenamiento es elevado, con un volumen de 300 m³. Abastece de agua potable a los Asentamientos Humanos; El Indio, San Bernardo, Chiclayito, Urb. las Brisas, Jesús Maria, parte de Campo Polo, Juan Pablo II.

Reservorio El Indio

Este reservorio es proyectado y se está ejecutando, tiene un volumen de almacenamiento de 1200 m³, y proyecta abastecer al A.H. El Indio y el A.H. Las Brisas.

BOMBEO

La zona en estudio está conformada por dos fuentes de agua potable, siendo estas por medio de pozos profundos denominados; Pozo el Cortijo, Pozo San Bernardo. Se hace mención que se tiene en la zona de estudio un pozo proyectado denominado “El Indio” el cual está en ejecución.

Los pozos se encuentran equipados y son monitoreados mediante sistema Scada desde la Planta de Tratamiento Curumuy.

Pozo El Cortijo

El Pozo tubular El Cortijo está ubicado en la Av. Grau cuadra 20, asentamiento humano Campo Polo.

El caudal de producción es de 92 l/s, de acuerdo a información remitida por el área de control operacional y del monitoreo que se realiza en la Planta de Curumuy.

El horario de operación del pozo es; desde las 23.00 horas a 05.00 horas bombea al reservorio “R-2” (Reservorio Manco Inca) con válvulas de aducción cerradas hasta llenarlo, luego desde las 05.00 horas a 21.00 horas, continua bombeando hacia el mismo reservorio pero con válvulas aperturadas hacia las redes. Y desde las 21.00 horas a 23.00 horas se encuentra parada.

Pozo San Bernardo

El Pozo tubular San Bernardo se encuentra ubicado en la esquina del Jr. Las Flores con el Jr. Los Narcisos de la Urbanización San Bernardo.

El pozo “San Bernardo” también conocido como pozo El Indio, fue construido el año 1996, tiene una profundidad de 150.15 m.

El caudal de producción es de 45 l/s, de acuerdo con información remitida por el área de control operacional y del monitoreo que se realiza desde Curumuy.

El horario de operación del pozo es; desde las 00.00 horas a 4.00am bombea al reservorio “San Bernardo” con válvulas de aducción cerradas hasta llenarlo, luego desde las 4.00 am. a 18.00 pm., continua bombeando hacia el mismo reservorio pero con válvulas aperturadas hacia las redes. Y desde las 18.00 pm a las 00.00 horas se encuentra parada.

La calidad de agua del pozo es buena, estando sus parámetros de calidad dentro de los límites permisibles de calidad de agua para consumo humano.

Pozo El Indio

El Pozo El Indio está ubicado en el asentamiento humano el Indio.

El caudal de producción es de 50 l/s, de acuerdo con información remitida por el área de control operacional y del monitoreo que se realiza en la Planta de Curumuy.

El horario de operación del pozo es; desde las 23.00 horas a 05.00 horas bombea al reservorio El Indio con válvulas de aducción cerradas hasta llenarlo, luego desde las 05.00 horas a 21.00 horas, continua bombeando hacia el mismo reservorio pero con válvulas aperturadas hacia las redes. Y desde las 21.00 horas a 23.00 horas se encuentra parada.

1.3.1.2 DISTRIBUCION

Las redes de distribución de agua potable son de material asbesto cemento y de PVC, de diámetros desde 4", 6", 8" y 10".

La zona en estudio presenta un alto porcentaje de pérdidas en el sistema de agua potable del orden del 58%, las cuales se deben a las fugas visibles y no visibles en las redes de agua potable, y el alto clandestinaje.

Las principales matrices de la zona de estudio y redes secundarias con en su mayoría tuberías de material de asbesto cemento de antigüedad de más de 30 años, y redes de diámetros menores de tuberías de material PVC.

Las redes de distribución del asentamiento humano el Indio tiene una antigüedad que varía de 40 a 50 años, estas tuberías existentes son de material asbesto cemento (A.C.) que varían entre 4" y 6", su estado de conservación es regular.

Según información obtenida de los cuadros de variables y estadísticas de conexión se ha determinado que el porcentaje de pérdida en el asentamiento humano El Indio es del orden del 60% correspondiente al mes febrero del presente año.

En el sistema de distribución se cuenta con válvulas de cierre y grifos contraincendios, los cuales en su mayoría se encuentran operativos y en mal estado.

Las conexiones domiciliarias de agua potable en el Sector Operativo VI en su mayoría se encuentran en mal estado; de acuerdo a la inspección realizada; se han observado los siguientes casos:

- a) Conexiones directas a las viviendas donde el usuario no cuenta con caja domiciliaria y tiene servicio.
- b) Conexiones con cajas en mal estado, sin marco y tapa.

1.3.1.2.1 LINEA DE ALIMENTACIÓN Y RED PRIMARIA

Las líneas de alimentación y la red primaria del Sector Operativo VI de la Ciudad de castilla suman en total 1.97 KM de tuberías de diámetro mayor o igual a 10” y/o 250mm, en su mayoría de asbesto cemento de longitud total de 0.28 km que poseen una antigüedad de más de 30 años, se tiene tuberías de material de PVC de longitud de 1.69 kilómetros, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 1.21.: DIAMETRO DE TUBERIA DE LA RED PRIMARIA

| RESUMEN | | |
|---------------|----------|----------------|
| DIAMETRO (mm) | MATERIAL | LONGITUD (Km.) |
| 250 | A°C° | 0.28 |
| 250 | PVC | 1.69 |
| TOTAL | | 1.97 |

1.3.1.2.2 RED SECUNDARIA

Las redes secundarias del Sector Operativo VI de la Ciudad de castilla suman en total 49.53KM de tuberías de diámetro mayor o igual a 10” y/o 250mm, en su minoría de asbesto cemento de longitud total de 17.08 km que poseen una antigüedad de más de 30 años, se tiene tuberías de material de PVC de longitud de 32.45 kilómetros, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 1.22.: DIAMETRO DE TUBERIA DE LA RED SECUNDARIA

| RESUMEN | | |
|---------------|----------|----------------|
| DIAMETRO (mm) | MATERIAL | LONGITUD (Km.) |
| 100 | A°C° | 13.87 |
| 110 | PVC | 30.22 |
| 150 | A°C° | 1.87 |
| 160 | PVC | 2.23 |
| 250 | A°C° | 1.34 |
| TOTAL | | 49.53 |

1.3.1.3 MEDICIONES Y REPORTES EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE

En el siguiente cuadro se muestran las presiones en Metros de Columna de Agua (M.C.A.) en algunos puntos de muestreo del sector Operativo VI, el cual se aprecia que las presiones no cumplen con la presión mínima requerida por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

TABLA 1.23.: MEDICION Y REPORTE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

| AA.HH. | CALLE | PROF. DE RED (m) | PRESION DE AGUA (M.C.A.) |
|-------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------------|
| AA.HH. CHICLAYITO | calle Yoque Yupanqui N° 2300-03 | 1.2 | 2.6 |
| AA.HH. CHICLAYITO | Av. Grau N° 2049 | 1.2 | 4 |
| AA.HH. INDEPENDENCIA | Mz B Lote 14 | 1.2 | 6.1 |
| AA.HH. INDIO | Av. 9 de Octubre N°118 | 1.2 | 5.4 |
| AA.HH. INDIO | Mz C4 Lote 21 | 1.2 | 3.3 |
| AA.HH. CALIXTO BALAREZO | Mz A Lote 15 | 1.2 | 4.7 |
| AA.HH. CAMPO POLO | Calle Pachacutec N° 408 | 1.2 | 8.2 |
| AA.HH. CAMPO POLO | Calle Yahuar Huaca N° 421 | 1.2 | 3.3 |
| AA.HH. CAMPO POLO | Calle Sanchez Cerro N° 616 | 1.2 | 3.3 |
| AA.HH. CHICLAYITO | Calle Los Pinos N° 304 | 1.2 | 4.2 |
| AA.HH. CHICLAYITO | Calle Sinchi Roca N° 1304 | 1.2 | 3.3 |
| AA.HH. SAN BERNARDO | Mz H Lore 14 | 1.2 | 6.1 |
| AA.HH. SAN BERNARDO | Mz d Lore 04 | 1.2 | 4 |
| AA.HH. JUAN PABLO II | Calle Salaverry N° 47 | 1.2 | 4.7 |

Evaluación de muestreo: Febrero 2016

CAPITULO II

SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

2.1 INTRODUCCIÓN

En una localidad, como lo es la Ciudad de Piura se requiere suministrar el agua potable a sus habitantes con la cantidad, presión y constancia adecuadas; es decir, que se cuente con el caudal necesario para cubrir la dotación y necesidad de cada habitante, además de que este caudal esté disponible durante las 24 horas del día y que el agua llegue con la presión adecuada para su uso. En una red de distribución tan extensa como la del Distrito de Castilla, se presentan una cantidad considerable de fugas y fuertes variaciones de presión, de acuerdo con las interconexiones y formas de operación entre tuberías, además de la topografía de la zona. Ante esta situación se requieren tomar medidas y desarrollar acciones que lleven a una mayor eficiencia y control en el servicio de abastecimiento de agua potable. Una forma adecuada para mejorar la eficiencia de la red, es dividirla en sectores (uno de los objetivos del presente trabajo) que permitan controlar los gastos, reducir fugas, bajar altas presiones, ubicar válvulas reguladoras de presión y rehabilitar la infraestructura existente.

2.2 DEFINICION DEL SECTOR

Dentro del subsector de agua potable, el término sectorización es conocido como la formación de zonas de suministro autónomas, más no independientes, dentro de una red de distribución; en otras palabras, es la división o partición de la red en muchas pequeñas redes, con el fin de facilitar su operación. De este modo, será mucho más sencillo controlar los caudales de entrada en cada sector, las presiones internas de la tubería, la demanda y el consumo, así como las pérdidas de agua, tanto en fugas como en usos no autorizados. Aún más, puede conducirse el agua por la red primaria, sin exceso de conexiones con la secundaria, desde la fuente de alimentación hasta los

puntos más lejanos, generalmente sacrificados en la distribución del agua. Distrito hidrométrico = sector hidrométrico = sector. Esto es una sección de la red de distribución de agua potable, perfectamente delimitada por medio de válvulas de seccionamiento, adecuadamente instrumentada para aforar el caudal de entrada, para medir y controlar la presión de operación, a fin de brindar la misma calidad de servicio de suministro a la totalidad de los usuarios contenidos en esta red.

Debe contarse con la información completa del sistema de distribución (catastro), y la forma de operación real, a fin de estar en posibilidades de utilizar un software o modelo numérico que permita simular el funcionamiento hidráulico del sistema, mismo que deberá verificarse a través de algunas mediciones estratégicas, y realizar así una calibración del modelo. La calibración de un modelo numérico permite contar con una red virtual idéntica a la real, en cuyos tubos podemos medir gastos y presiones que indiquen el comportamiento real del sistema. Cualquier cambio que se haga en el modelo permitirá conocer los efectos que produce, tomando entonces las decisiones pertinentes con la seguridad de que el funcionamiento real será el mismo que el obtenido a través de la computadora. Al contar con un modelo confiable, debidamente calibrado, se podrán simular con varias formas de operación, y sobre todo, la red puede dividirse en varios sectores mediante la conformación de los llamados “distritos hidrométricos”, que no es más que el establecimiento de sectores a fin de controlar y mantener presiones adecuadas, y realizar la auditoria del agua por zonas; es decir, conocer realmente lo que sucede con el agua en cada zona. La necesidad de llevar a cabo la sectorización de la red de distribución se hace mayor mientras ésta sea más grande, y por consecuencia su operación se vuelve más compleja. De este modo, destacan dos características principales de las grandes redes: - Funcionan con diversos niveles de presión, a lo largo de la red y en el transcurso del día, y de la noche. - Están

formadas por una exagerada cantidad de circuitos cerrados, lo que en el medio se conoce como “fuertemente mallada”. De este modo, se hace necesaria una evaluación de la conveniencia de llevar a cabo la sectorización, pues debe garantizarse, que el servicio se mantenga en el mismo nivel de calidad. Por lo anterior, cobra mayor importancia la confiabilidad de la información y la actualidad del catastro, así como la simulación del funcionamiento del sistema con un modelo calibrado. Por otra parte, resulta indispensable el análisis de factibilidad económica a corto y mediano plazo, en donde se evalúe la rentabilidad de los diversos esquemas de sectorización planteados. Los costos asociados a estas acciones, adicionales a los relacionados con la actualización del catastro y la modelación de un simulador hidráulico, incluyen la instalación de válvulas de seccionamiento y de control de la presión; y los cortes requeridos para independizar circuitos, así como la obra civil derivada de la instalación de nuevas líneas de interconexión, rehabilitación de tubería existente, nuevos tanques de almacenamiento, etc.

2.3 ETAPAS DE LA SECTORIZACION

El proceso de esta acción es largo y absorbe una importante cantidad de recursos humanos y económicos, por lo que debe partir de una planeación bien definida y sobre todo comprometida por parte de los responsables de la prestación del servicio de agua potable a una localidad (referencia 4). Etapas que deben seguirse durante la sectorización:

1. Catastro del sistema de distribución de agua potable.
2. Anteproyecto del sistema, definiendo puntos de alimentación y posibles interconexiones controladas para protección de eventualidades.
3. Diseño e implementación de un sector piloto, incluyendo las válvulas de seccionamiento necesarias, los mecanismos para el control de las presiones, la

medición de gastos de alimentación, así como la variación diaria de la demanda, ya sea que ésta sea supuesta o inferida por algunas mediciones.

4. Calibración de un modelo de simulación hidráulica con base a las mediciones del punto anterior.
5. Ajustar el proyecto piloto a partir de la modelación, controlando las presiones, midiendo los gastos, y evaluando la relación entre presión y fugas:
6. Ampliación de la experiencia piloto a dos o tres sectores más.
7. Con los resultados obtenidos, puede evaluarse el proyecto integral de sectorización, con una muy buena aproximación sobre los costos y los beneficios que pueden esperarse.

2.4 DEFINICION DE SECTORES Y PUNTOS DE ALIMENTACION

Los criterios a seguir para llevar a cabo la división en sectores, parten de la infraestructura existente y de las diferentes zonas de presión en operación normal antes de iniciado el proceso, lo que resulta una primera propuesta de sectorización, las adecuaciones a ésta, pueden realizarse con la ayuda de las siguientes recomendaciones generales.

1. Generalmente se puede considerar de 1 a 5 sectores por cada 100 hectáreas (1 km²); en zonas con alta densidad de población, los sectores pueden ser de 10 a 15 hectáreas. Algunos expertos dimensionan los sectores en función del número de usuarios o de tomas.
2. Cualquiera de las recomendaciones que haya sido seleccionada para definir el tamaño de los sectores, deberá ajustarse a la geometría de la red, sobre todo a
3. la adaptación de las condiciones de operación actuales y la facilidad de contar con un punto de suministro, aunque siempre será prudente contar con una alimentación de respaldo, aunque ésta se mantenga cerrada y sólo se utilice en contingencias.

4. Minimizar las variaciones de presión de servicio al interior del sector; esto es, mantener una cierta uniformidad de presiones entre los 15 y 50 mca, correspondientes a la dinámica mínima y estática máxima, respectivamente.
5. Siempre será conveniente verificar las velocidades del agua, las que podrán estar comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

Algunos de los problemas más comunes se refieren a la delimitación de los sectores, la caída de la presión en algunos puntos, la presencia de altas velocidades y la elevación de la presión durante las horas de menor consumo. Generalmente, este tipo de inconvenientes se reducen al considerar dos puntos de alimentación o al incluir la instalación de dispositivos reductores de presión, aunque en varias ocasiones será necesaria la construcción de líneas de interconexión adicionales.

Actualmente, la sugerencia se basa en la separación de la red primaria y la secundaria, de modo que no decaiga la presión interna de la conducción principal. De este modo, se ha dado paso a la construcción de redes en bloques que van sustituyendo las redes secundarias convencionales, tal y como se ilustra en las figuras 2.1 y 2.2.

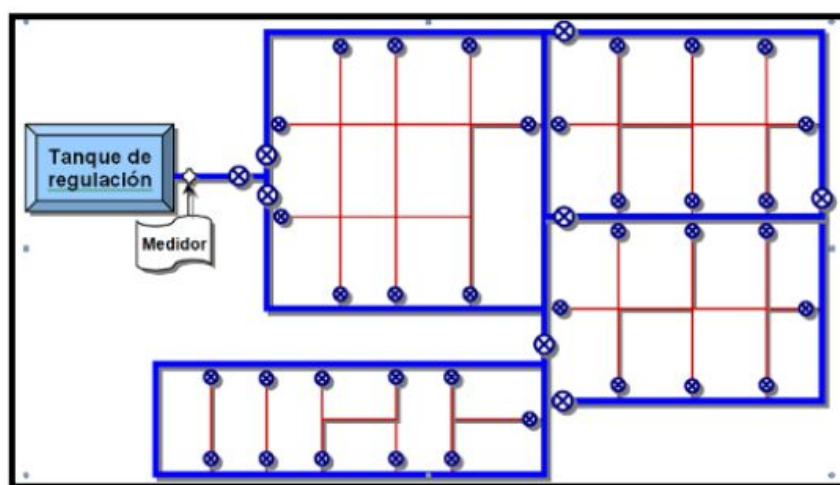


Fig. 2.1.: Sector con un punto de alimentación y red Secundaria convencional.

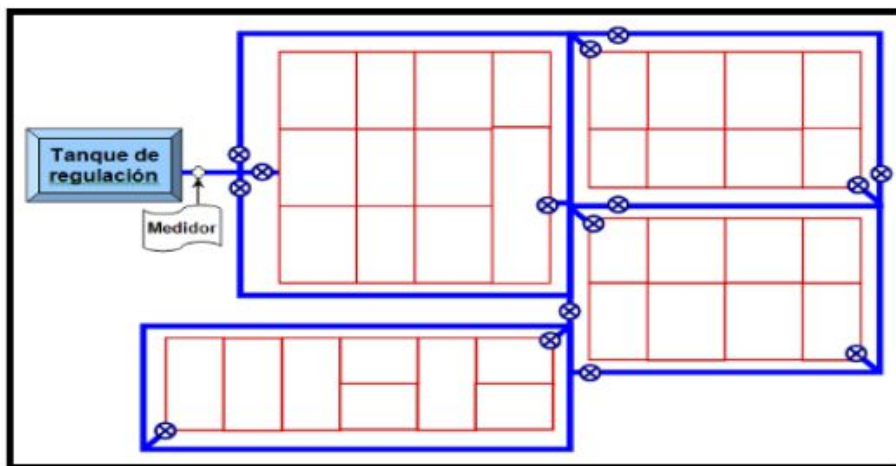


Fig. 2.2.: Sector con un punto de alimentación y red Secundaria en Subsectores.

Probado y elegido el esquema de sectorización, se procede entonces a la selección de los elementos de control, que representan los medios para operar el funcionamiento del sistema, para aislar alguna zona de la red, reducir o mantener la presión del agua y permitir el flujo entre sectores. Algunas recomendaciones complementarias que buscan contar con un sistema de distribución confiable, son las siguientes:

- Mantener interconexiones entre sectores y entre fuentes de suministro, con válvulas cerradas, de modo que puedan derivarse caudales en casos extraordinarios.
- Verificar la capacidad de conducción de las líneas principales, considerando las situaciones de emergencia en las que deban alimentar a otros sectores. De ser necesario, incrementar el diámetro de esta tubería.

Finalmente, la selección del esquema de sectorización idóneo será aquél que mejor se adapte a las necesidades propias de cada sistema de distribución, pero ante todo, evaluar el costo en la construcción de nuevas líneas de conducción y tanques de regulación, cortes, instalación de válvulas, etcétera. El mejor esquema será el que ofrezca un adecuado y confiable funcionamiento hidráulico al menor costo posible.

Los beneficios que ofrecen la sectorización se extienden al área comercial, pues de la misma forma que se generan sectores autónomos, también se crean zonas de consumos que, a través de la medición o estimación en la toma de los usuarios, se establecen las demandas domésticas, comerciales e industriales, realizando así un balance que apoye los aspectos técnicos para la derivación de caudales a las diferentes zonas de demanda. De este modo, se puede llevar a cabo una sectorización comercial, en armonía con los distritos hidrométricos o sectores, a partir de la facturación de los consumos por ciclos, facilitando el control de los usuarios y el pago de los servicios.

Para definir la zona de estudio del presente trabajo, se consideró la red secundaria de la Ciudad de Castilla, y en particular en el Sector Operativo VI, considerando además las conexiones existentes a la red primaria y sus zonas de influencia. Al conocer las características hidráulicas de los sectores, se pueden ir aislando del resto del sistema, lo que permitirá conocer su funcionamiento hidráulico, posteriormente, proponer mejoras en el uso de la infraestructura, tener control de las presiones y pérdidas, y una administración del agua de acuerdo con el costo del servicio.

2.5 ANTECEDENTES DE LA ZONA DE ESTUDIO

La red de distribución de Agua Potable de la Ciudad de Piura, Castilla y 26 de Octubre a través de los años ha aumentado su tamaño y capacidad de respuesta, al mismo tiempo que su manejo se volvió sumamente complejo. Como en otras ciudades del país y del mundo, el desarrollo de una gran red es acompañado de fuertes problemas relacionados con el deterioro de la infraestructura y las pérdidas, la inequidad en la distribución, el déficit del suministro, la disponibilidad futura y otros más. Las pérdidas representan el 10% del caudal suministrado.

La búsqueda de una solución integral y definitiva que considerase el fundamento social e hidráulico del problema del abasto de agua en la ciudad de Piura,

encontró respuesta en el proyecto de la Sectorización, que constituye la estrategia de eficiencia física más aceptada en la experiencia internacional por su efectividad para distribuir grandes caudales en áreas extensas y simultáneamente controlar y reducir las pérdidas con un bajo costo de inversión en comparación a otras alternativas. En contraste con las respuestas tradicionales tomadas en otras ciudades con base en la explotación exhaustiva de los recursos con graves pérdidas económicas y ambientales.

En cuanto a la infraestructura hidráulica, la Entidad Prestadora de Servicios Grau S.A. (EPS GRAU S.A.) se empleó información obtenida de planos provenientes de levantamientos elaborados por dicha entidad (EPS GRAU S.A.). La información proporcionada por el EPS GRAU S.A., se resume la tabla 2.1, denominada sectores de control de gasto.

Como resultado del análisis de los sectores a través de planos, simulaciones, recorridos de campo y el total de la información recabada, en lo que respecta a fuentes de suministro o en general al funcionamiento hidráulico de los sectores, se presenta la siguiente alternativa de sectorización del Sector Operativo VI la cual se ha modificado desde la propuesta preliminar; pero con la que se pretende lograr una mejor forma de control de abasto de agua en la región.

Tabla 2.1. Sectores de Control

| SECTOR | RESERVORIO | Nº DE CONEXIONES AÑO 0 |
|--------|--------------------|------------------------|
| I | R-16 UPIS | 1788 |
| | R-07 | 3,445 |
| | R-08 | 3,320 |
| | R-10 | 2,890 |
| | REP-02 | 5762 |
| | | 17,205 |
| II | R-04 | 5,560 |
| | R-05 | 3963 |
| | R.17 TUPAC AMARU | 938 |
| | REP-1A | 4,862 |
| | REP-01B | 1,415 |
| | REP-03 | 6,435 |
| | REP-10 POLV. | 16 |
| | R-19 KURT BEER | 0 |
| | | 23,189 |
| III | R-18 LOS PORTALES | 164 |
| | RE-03 | 6,446 |
| | REP-07 | 5,388 |
| | REP-08 | 2,055 |
| | | 14,053 |
| IV | RE-01 | 4,014 |
| | LA MARIPOSA-EJIDOS | 714 |
| | CENTROS POBLADOS | 0 |
| | | 4,728 |
| V | RE-11 | 2,376 |
| | REP-05 | 0 |
| | | 2,376 |
| VI | R-02 | 4,164 |
| | R-13 INDIO | 1,227 |
| | REP-04 | 1,277 |
| | R-12 | 4,560 |
| | R-20 LAS PALMERAS | 187 |
| | | 11,415 |
| VII | R-6 | 3914 |
| | R-14 LAS MERCEDES | 2,293 |
| | R-15 TACALA | 2,522 |
| | REP-6 | 0 |
| | | 8,729 |
| | TOTAL | 81,695 |

En la tabla anterior, se presenta la disposición de los sectores, nombrando los Sectores de Gasto que se analizaron, así como los sectores de presión estudiados en el control de presiones. También el número de conexiones domiciliarias de cada sector, este dato es muy importante ya que para algunos sectores fue un factor determinante

para definir su caudal de diseño, finalmente también se muestra la fuente de abastecimiento de cada uno de los sectores.

Con la finalidad de lograr mayor certidumbre en los datos de entrada para las simulaciones en el programa, se ha recurrido para determinar la población de cada sector la información del Catastro Técnico realizado en Campo. Posteriormente con esta información se obtuvo el consumo para cada sector considerando una dotación de 220 l/hab/día del Reglamento Nacional de Edificaciones. En la tabla 2.2 se muestran los sectores de la región poniente, así como su población y sus gastos de consumo para cada uno.

Con relación a la **demanda**, para determinar el agua que recibe la red de distribución, es igual al **consumo**, para el agua que reciben los usuarios en sus domicilios más las **fugas**.

$$\text{Demanda} = \text{consumo} + \text{fugas}$$



| RESUMEN GENERAL DE CAUDALES DE DISEÑO DE REDES DE AGUA POTABLE PROYECTO PIURA Y CASTILLA | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|
| SECTOR | RESERVORIO | N° DE CONEXIONES AÑO 0 | N° DE CONEXIONES AÑO 20 | VOLUMEN CALCULADO PROY. AÑO 20 | VOLUMEN EXISTENTE AÑO 0 | VOLUMEN PROYECTADO A CONSTRUIR | Qmax diario | Qmax Horario |
| I | R-16 UPIS | 1788 | 4592 | 1,217.05 | 1,500.00 | | 70.24 | 97.25 |
| | R-07 | 3,445 | 4,798 | 2,262.92 | 2,300.00 | | 133.19 | 184.41 |
| | R-08 | 3,320 | 4,794 | 1,751.22 | 2,300.00 | | 102.39 | 141.77 |
| | R-10 | 2,890 | 3,236 | 1,496.98 | 1,500.00 | | 87.09 | 120.58 |
| | REP-02 | 5762 | 6985 | 3094.30 | | 3100.00 | 183.22 | 253.69 |
| | | 17,205 | 24,407 | 9,822.47 | 7,600.00 | 3,100.00 | 576.12 | 797.71 |
| II | R-04 | 5,560 | 6,465 | 2,309.36 | 3,000.00 | | 135.98 | 188.28 |
| | R-05 | 3963 | 7024 | 1,870.88 | 2,500.00 | | 109.59 | 151.74 |
| | R.17 TUPAC AMARU | 938 | 1,198 | 377.46 | 400.00 | | 19.71 | 27.29 |
| | REP-1A | 4,862 | 9,630 | 2,616.08 | | 2,600.00 | 154.44 | 213.84 |
| | REP-01B | 1,415 | 3,716 | 1,001.48 | | 1,000.00 | 57.27 | 79.29 |
| | REP-03 | 6,435 | 6,976 | 2,254.06 | | 2,500.00 | 132.65 | 183.67 |
| | REP-10 POLV. | 16 | 5,021 | 1,491.15 | | 1,500.00 | 86.74 | 120.10 |
| | R-19 KURT BEER | 0 | 972 | 347.00 | 260.00 | | 17.88 | 24.75 |
| | | 23,189 | 41,001 | 12,267.47 | 6,160.00 | 7,600.00 | 714.25 | 988.96 |
| III | R-18 LOS PORTALES | 164 | 1,366 | 1,267.59 | 1,500.00 | | 73.281 | 101.47 |
| | RE-03 | 6,446 | 9,301 | 2,681.96 | 3,000.00 | | 158.41 | 219.33 |
| | REP-07 | 5,388 | 12,586 | 2973.78 | | 3000.00 | 175.97 | 243.65 |
| | REP-08 | 2,055 | 2,998 | 1040.79 | | 1100.00 | 59.63 | 82.57 |
| | | 14,053 | 26,251 | 7,964.12 | 4,500.00 | 4,100.00 | 467.29 | 647.01 |
| IV | RE-01 | 4,014 | 7,259 | 2,094.01 | 2,500.00 | | 123.02 | 170.33 |
| | LA MARIPOSA-EJIDOS | 714 | 1,702 | 1,394.82 | | 1,500.00 | 80.938 | 112.07 |
| | CENTROS POBLADOS | 0 | 938 | 285.22 | | | 14.16 | 19.60 |
| | | 4,728 | 8,961 | 3774.05 | 2500.00 | 1500.00 | 218.11 | 302.00 |
| V | RE-11 | 2,376 | 3,456 | 1,221.15 | 700.00 | | 70.49 | 97.60 |
| | REP-05 | 0 | 2,251 | 1,400.68 | | 2,500.00 | 81.29 | 112.56 |
| | | 2,376 | 5,707 | 2,621.83 | 700.00 | 2,500.00 | 151.78 | 210.15 |
| VI | R-02 | 4,164 | 7,395 | 2,002.64 | 2,000.00 | | 117.52 | 162.72 |
| | R-13 INDIO | 1,227 | 3,306 | 898.45 | 550.00 | | 51.06 | 70.70 |
| | REP-04 | 1,277 | 1,363 | 529.09 | 300.00 | 1,000.00 | 28.83 | 39.92 |
| | R-12 | 4,560 | 4,824 | 1,870.23 | 2,000.00 | | 109.55 | 151.69 |
| | R-20 LAS PALMERAS | 187 | 955 | 606.85 | 750.00 | | 33.51 | 46.40 |
| | | 11,415 | 17,842 | 5907.26 | 5600.00 | 1000.00 | 340.48 | 471.44 |
| VII | R-6 | 3914 | 9279 | 2,533.78 | 3,000.00 | | 149.49 | 206.98 |
| | R-14 LAS MERCEDES | 2,293 | 2,983 | 1,053.10 | 1,000.00 | | 60.37 | 83.59 |
| | R-15 TACALA | 2,522 | 3,032 | 1,059.15 | 1,000.00 | | 60.74 | 84.10 |
| | REP-6 | 0 | 6,706 | 1981.22 | | 2000.00 | 116.23 | 160.94 |
| | | 8,729 | 21,999 | 6,627.26 | 5,000.00 | 2,000.00 | 386.83 | 535.61 |
| | TOTAL | 81,695 | 146,168 | 48,984.46 | 32,060 | 18,300 | 2,854.85 | 3,952.87 |

Tabla 2.2: Resumen de conexiones domiciliarias y caudales de diseño

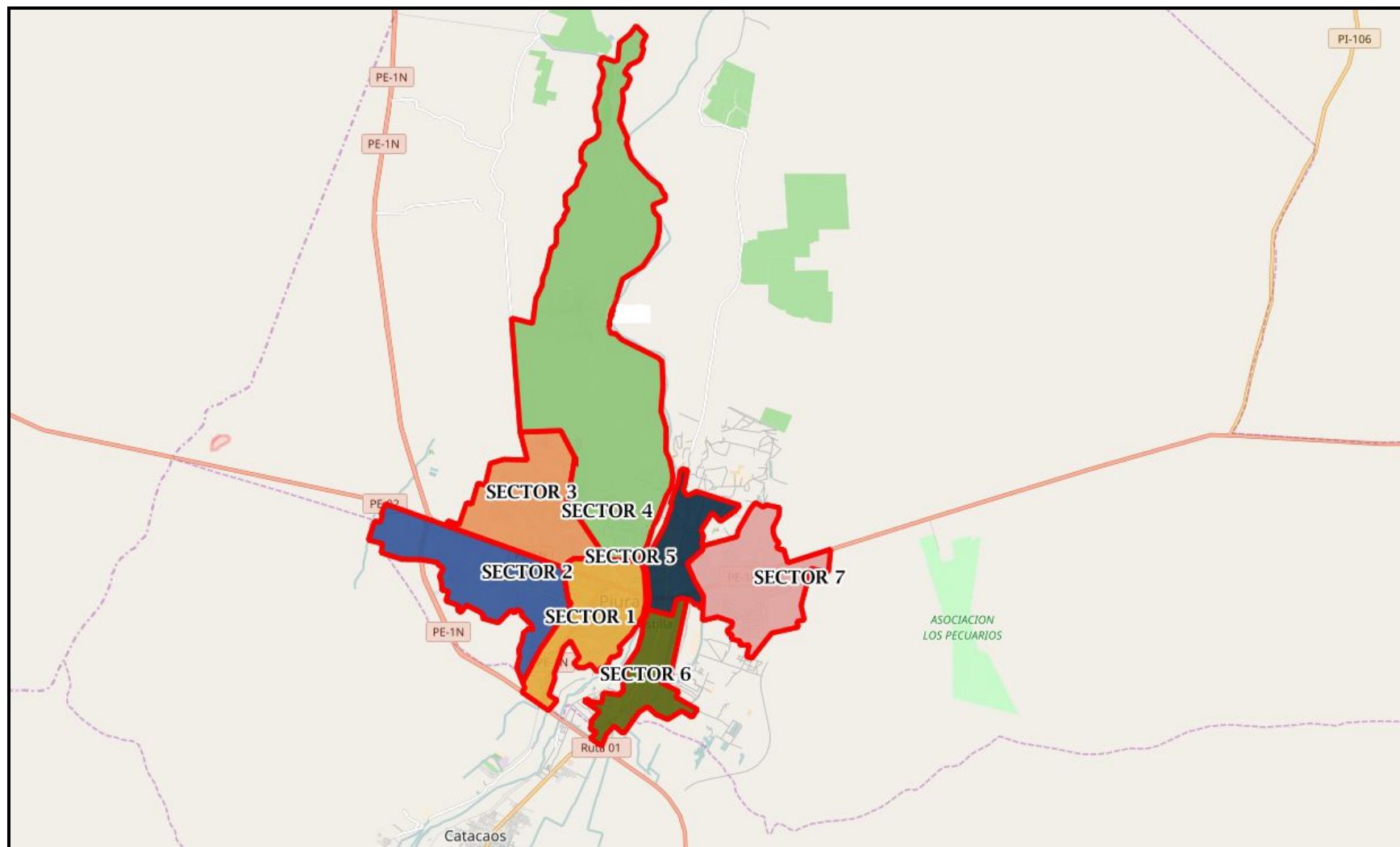


Fig. 2.3.: Sectores de Piura y Castilla

El Plan Nacional de Saneamiento considera dentro de sus metas, incrementar la cobertura del servicio de agua potable, a través de la instalación de conexiones domiciliarias y complementariamente, con piletas públicas; asimismo dentro de sus metas de gestión considera elevar el nivel de continuidad de servicios llegando en promedio a las 23 horas/día.

El Proyecto se enmarca en las políticas de la empresa (EPS GRAU S.A.) y del sector, los que se orientan a satisfacer en términos de calidad, la demanda de los servicios de Agua Potable, este proyecto dio origen a un plan estratégico de división de la Red de Distribución de 7 Sectores en la Ciudad de Piura, como se aprecia en la figura 2.3, para reorientar los criterios técnicos y la política hidráulica de la Ciudad hacia el uso eficiente y sustentable de los recursos hidráulicos y de la infraestructura instalada. El porcentaje de perdidas recuperado por la Sectorización, se estima en un 75%, que capitalizaría la disponibilidad de agua para el servicio en zonas con déficit.

Una vez consumada la construcción y puesta en operación de los Sectores, los objetivos de la Sectorización van más lejos del exclusivo control de las variables hidráulicas de presión y gasto; es decir se busca una reducción tangible de la magnitud de las pérdidas, para lo cual será necesario realizar diagnósticos por Sector, en los cuales el papel del Sistema Comercial será fundamental ya que permite acotar, la baja cobertura de la micro medición, el error en la precisión de los mismos y el clandestinaje, que resultan los componentes de las pérdidas más difíciles de resolver.

La efectividad de la Sectorización no se ha limitado a la recuperación de caudales, ha mejorado también el desempeño operativo del sistema de distribución, lo que permitirá extender los beneficios del ahorro a la toda la población.



Ahora la Sectorización es la alternativa de mayor beneficio con la menor inversión y es la única que permite aumentar la disponibilidad de agua sin recurrir a fuentes externas ni aumentar la extracción del acuífero local.

Reconocer y valorar este problema, estudiarlo y atacarlo con una estrategia adecuada, ha evitado las graves consecuencias, de invertir valiosos recursos en obras ineficaces e injustificables como ya ha ocurrido en otras ciudades.

La demanda de una solución integral y definitiva que considere el fundamento hidráulico del problema, ha encontrado respuesta en el concepto de Sectorización, que se ha convertido en la estrategia de eficiencia física más aceptada en la experiencia internacional, por su efectividad para controlar y reducir las fugas.

Esta nueva política hidráulica ha permitido recuperar lo mejor del trabajo realizado en el pasado y establecer un nuevo enfoque, técnicamente idóneo, respetuoso del ambiente y coherente con el futuro que queremos para nuestra Ciudad.



CAPITULO III

PROYECTO, DISEÑO Y SIMULACION HIDRAULICA DEL SECTOR

3.1 TRABAJOS PRELIMINARES

3.1.1 DEFINICION DEL ENTORNO DE LA ZONA DE TRABAJO

Para llevar a cabo la sectorización de la red de distribución del Sector Operativo VI en el Distrito de castilla de dicha de marcación, se utilizó el catastro existente, verificando en campo la infraestructura hidráulica real, sobre todo, los límites del sector, con el personal técnico del área de Operación de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau S.A. (EPS GRAU S.A.). Con la información disponible de la red primaria y secundaria, se procedió a proponer la definición de los sectores, tomando en cuenta:

- Área promedio del sector = 3657527.63 m².
- Población del sector = 44,867 hab.
- Vialidades Primarias y Calles de Importancia.
- Operación de la red de distribución.

Considerando lo anterior se procedió a definir el Sector Operativo VI, así como la propuesta de tres (03) Sectores en el Sector Operativo VI en el Distrito de Castilla, se realizaron los recorridos en la zona de estudio con el personal de Operación Hidráulica, junto con el Área Técnica de Operación de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau S.A. (EPS GRAU S.A.) con la finalidad de que sea realmente un sector independiente y aislado.



3.1.2. LOCALIZACION DEL AREA DE TRABAJO SECTOR VI

El área de trabajo Sector Operativo VI, se encuentran en el departamento de Piura, según coordenadas geográficas: latitud $5^{\circ}12'34.8''$ Sur – $5^{\circ}13'49.0''$ y longitud $80^{\circ}37'6.5''$ Oeste – $80^{\circ}37'57.5''$ Oeste.

Esquema de Ubicación Geográfica en el mapa del Departamento de Piura

- Nivel Departamental

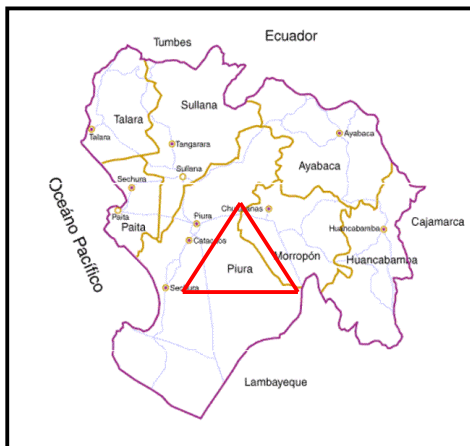


Fig. 3.1.: MAPA
DEPARTAMENTAL
DEL PERU

- A Nivel Provincial



Fig. 3.2.: MAPA DE LA
PROVINCIA DE PIURA



**Fig. 3.3.: MAPA DEL DEPARTAMENTO DE PIURA
POR PROVINCIAS**

- A Nivel Distrital



**Fig. 3.4.: MAPA DEL DISTRITO
DE CASTILLA**

Microlocalización

Fig. 3.5.: Esquema de Ubicación Geográfica en el Distrito de Piura y Castilla.



3.1.3 PLANO DE LA ZONA DE TRABAJO

El Sistema de Aguas de la Ciudad de Castilla por medio del área de Sectorización y Automatización, proporcionó el plano operativo y de construcción correspondiente al Sector Operativo VI de la ciudad de Castilla, de la Región Piura, en el cual se muestra la planimetría de la zona en estudio, así como la red de distribución de agua potable con que cuenta el sistema de distribución.

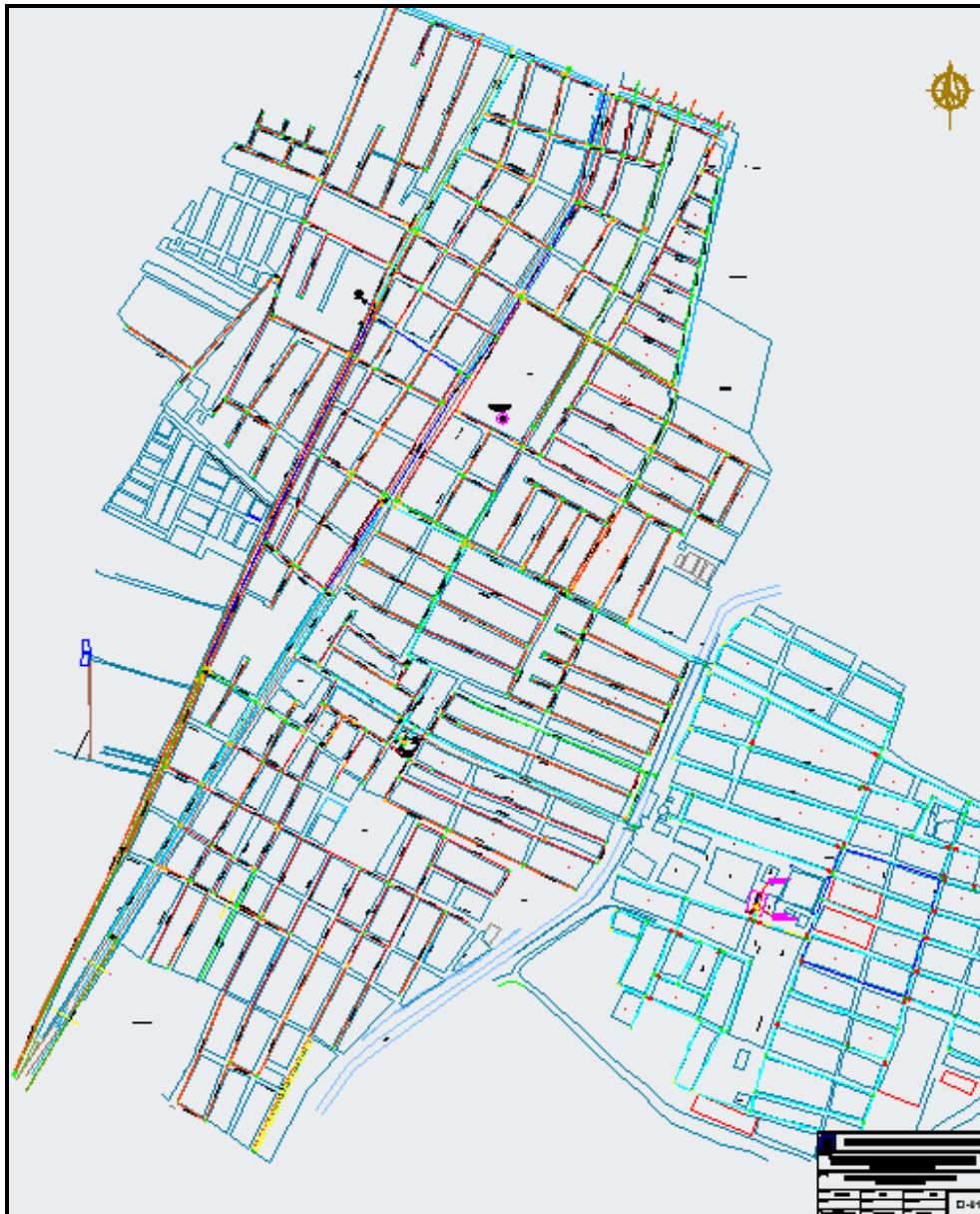


Fig. 3.6.: Zona de Trabajo del Sector Operativo VI

3.1.4 DESCRIPCION Y DATOS BASICOS DEL SECTOR VI

La zona de estudio se encuentra ubicada en la parte Sur del Distrito de Castilla, el proyecto está delimitado por la Av. Jorge Chávez (Ex canal Balarezo) por el norte, por terrenos eriazos por el este, por el sur con la Habilitación urbana Santa Rosa, y por el oeste por el Río Piura.

Sus principales vialidades de este sector son las avenidas, Av. Miguel Grau, Av. Jorge Chávez (Ex canal Balarezo), Av. Progreso.

Fig. 3.7.: Esquema de límites del Sector Operativo VI del Distrito de Castilla.



La superficie total de la zona en estudio es de 279.20 Has.

Con una tasa de crecimiento de 2.14%

Dotación de 220 lt/hab/día

El periodo de diseño es de 20 años.

La densidad poblacional es de 4.31 hab/vivienda.

Coefficiente diario (K_1)= 1.3

Coefficiente horario (K_1)= 1.8



La población de la zona de estudio es de 10,410 lotes, se detalla en la hoja siguiente la población por asentamiento humano.

TABLA 3.1.: Población de la zona de Estudio por Asentamientos Humanos de Abastecimiento

| ITEM | LOCALIDAD | Nº TOTAL DE LOTES | POBLACION ACTUAL (2016) |
|---------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 01 | A.H. CHICLAYITO I | 364 | 1569 |
| 02 | A.H. CHICLAYITO II | 1658 | 7146 |
| 03 | SAN BERNARDO | 664 | 2862 |
| 04 | A.H. JUAN PABLO II | 347 | 1496 |
| 05 | A.H. CAMPO POLO S1-II ETAPA | 477 | 2056 |
| 06 | A.H. CAMPO POLO S3 | 723 | 3116 |
| 07 | A.H. CALIXTO BALAREZO | 402 | 1733 |
| 08 | EX CAMPO Ferial | 293 | 1263 |
| 09 | A.H. CAMPO POLO II ETAPA | 427 | 1840 |
| 10 | A.H. CAMPO POLO S1-I ETAPA | 626 | 2698 |
| 11 | A.H. CAMPO POLO S1 - I ETAPA | 667 | 2875 |
| 12 | A.H. LAS MONTERO | 450 | 1940 |
| 13 | A.H. MANUEL CORTEZ | 105 | 453 |
| 14 | A.H. 28 DE JULIO | 395 | 1702 |
| 15 | A.H. INDEPENDENCIA | 166 | 715 |
| 16 | A.H. ALEJANDRO TOLEDO | 399 | 1720 |
| 17 | A.H. EL INDIO | 2247 | 9685 |
| TOTAL DE HABITANTES | | 10410 | 44867 |



**POBLACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO POR SECTORES DE
ABASTECIMIENTO**

TABLA 3.2.: POBLACION SECTOR N°01 RESERVORIO "MANCO INCA" V= 2000 M3

| Item | Localidad | N° Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|--------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 1 | 585 | 2521 | 3851 |
| 2 | SUB SECTOR 2 | 343 | 1478 | 2258 |
| 3 | SUB SECTOR 3 | 331 | 1427 | 2179 |
| 4 | SUB SECTOR 4 | 601 | 2590 | 3956 |
| 5 | SUB SECTOR 7 | 609 | 2625 | 4009 |
| 6 | SUB SECTOR 8 | 551 | 2375 | 3627 |
| TOTAL | | 3020 | 13016 | 19879 |

**TABLA 3.3.: POBLACION SECTOR N°02 RESERVORIO "SAN BERNARDO"
V=3000M3**

| Item | Localidad | N° Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|------|---------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 5 | 549 | 2366 | 3614 |
| 2 | SUB SECTOR 6 | 414 | 1784 | 2725 |
| 3 | SUB SECTOR 9 | 415 | 1789 | 2732 |
| 4 | SUB SECTOR 10 | 216 | 931 | 1422 |
| 5 | SUB SECTOR 11 | 416 | 1793 | 2738 |
| 6 | SUB SECTOR 12 | 635 | 2737 | 4180 |
| 7 | SUB SECTOR 13 | 554 | 2388 | 3647 |



| | | | | |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
| 8 | SUB SECTOR 14 | 599 | 2582 | 3943 |
| 9 | SUB SECTOR 15 | 705 | 3039 | 4641 |
| 10 | SUB SECTOR 16 | 640 | 2758 | 4213 |
| TOTAL | | 5143 | 22166 | 33854 |

TABLA 3.4.: POBLACIÓN SECTOR N°03 RESERVORIO "EL INDIO" V= 1500M3

| Item | Localidad | N° Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|--------------|---------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 17 | 694 | 2991 | 4568 |
| 2 | SUB SECTOR 18 | 257 | 1108 | 1692 |
| 3 | SUB SECTOR 19 | 551 | 2375 | 3627 |
| 4 | SUB SECTOR 20 | 745 | 3211 | 4904 |
| TOTAL | | 2247 | 9685 | 14791 |

TABLA 3.5.: RESUMEN POBLACION POR SECTOR

| Item | SECTOR | N° Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|--------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SECTOR N°01 - RESERVORIO "MANCO INCA" V= 2000 M3 | 3,020 | 13,016 | 19,879 |
| 2 | SECTOR N°02 - RESERVORIO "SAN BERNARDO" V= 3000 M3 | 5,143 | 22,166 | 33,854 |
| 3 | SECTOR N°03 - RESERVORIO "EL INDIO" V= 1500 M3 | 2,247 | 9,685 | 14,791 |
| TOTAL | | 10,410 | 44,867 | 68,524 |

3.2 TOPOGRAFIA

La zona del levantamiento se encuentra enmarcada entre los paralelos de latitud: $5^{\circ}12'34.8''$ Sur – $5^{\circ}13'49.0''$ Sur y entre los meridianos de longitud $80^{\circ}37'6.5''$ Oeste – $80^{\circ}37'57.5''$ Oeste. Y a una altitud promedio de 31.00 m.s.n.m.

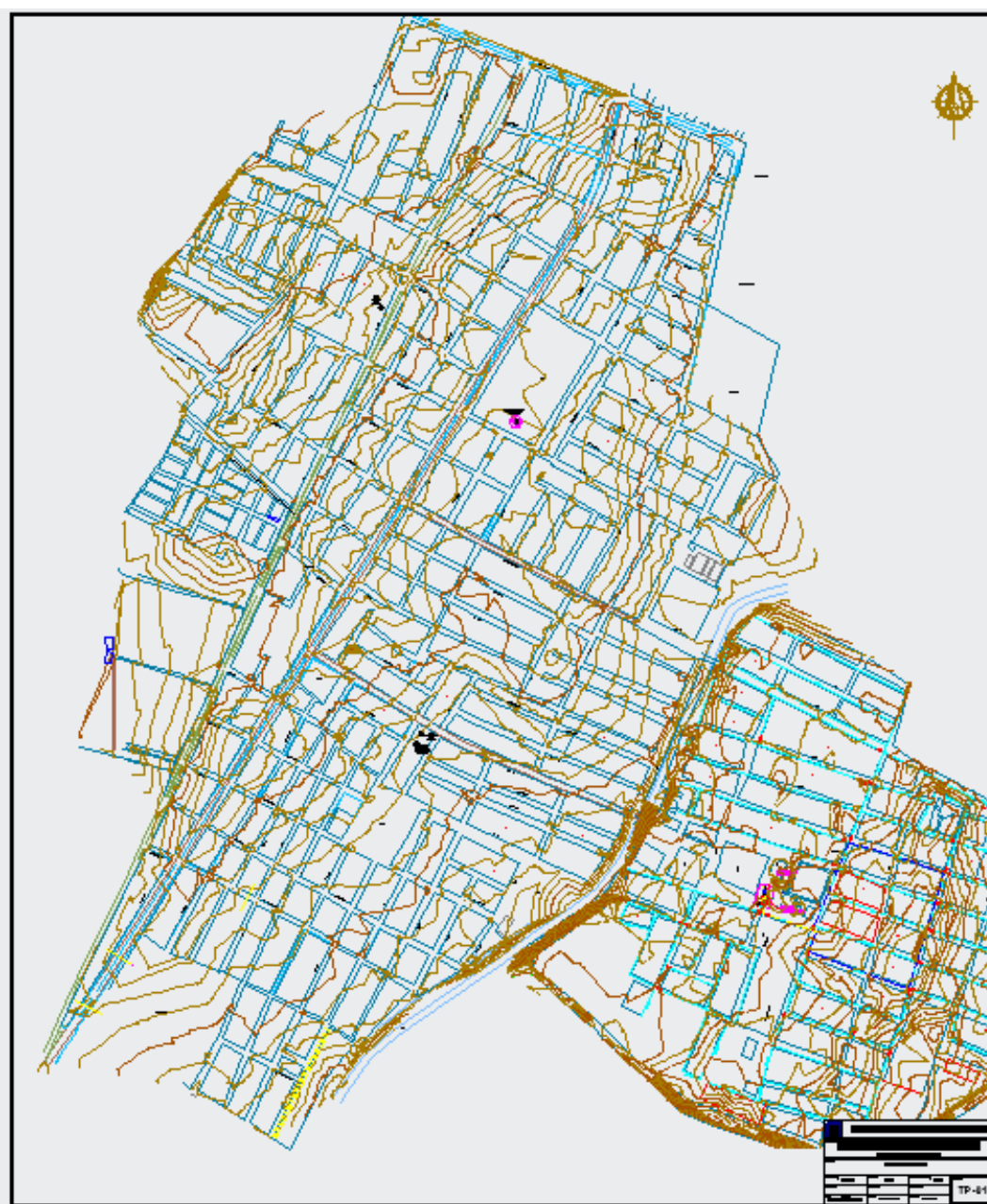


Fig. 3.8.: PLANO TOPOGRAFICO

3.3 RECONOCIMIENTO DEL SECTOR VI

Se realizaron recorridos dentro y en los límites del sector, para verificar su funcionamiento, estos recorridos se realizaron con personal técnico de operación de la EPS GRAU S.A.; con la finalidad de verificar sus límites y posteriormente conocer el estado situacional actual de la infraestructura hidráulica, con la finalidad de que sectorice independiente y aislado.



Fig. 3.9.: Vista Panorámica de una de las calles de la zona de estudio.

3.4 TOMA DE PRESIONES DEL SECTOR

Una vez terminado con los trabajos relativos a los recorridos y levantamientos dentro del sector, se realizaron trabajos de toma de presiones (ver TABLA 1.23) en diferentes puntos del Sector para tener un escenario de las zonas que cuentan con presiones altas o bajas y así proponer alternativas de solución a las mismas. Las presiones que se tomaron en el Sector Operativo VI, fueron en los cuadros de las tomas domiciliarias como se aprecia en la figura 3.10, con brigadas de trabajo, y con las cuales se detectaron aquellas

zonas vulnerables a condiciones de alta o baja presión de la red de distribución de agua potable.

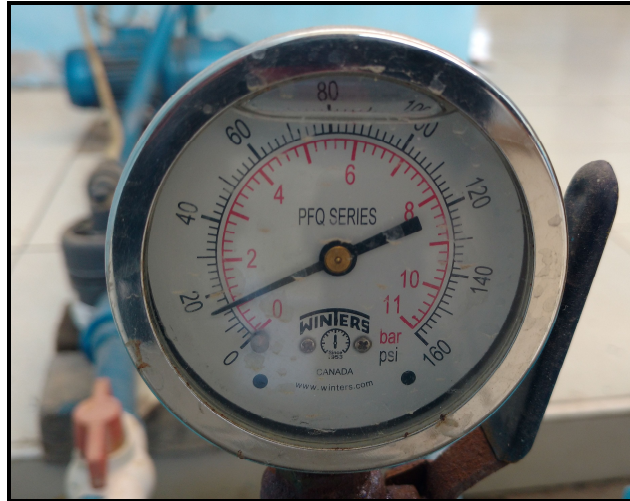


Fig. 3.10.: Toma de Presión de 17PSI=11.9mca en la Red de Agua Potable.

3.5 ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION RECOPIADA EN CAMPO

Una vez realizado el levantamiento correspondiente al Sector Operativo VI, se realizó el procesamiento de la información recopilada. Esta información corresponde a los datos del trabajo de toma de presiones domiciliarias a lo largo de los subsectores.

La información correspondiente a la toma de presiones se graficó, para determinar el comportamiento de la presión, en un sitio determinado y/o zona de un subsector, con el objeto de poder determinar las zonas con altas presiones y plantear propuestas de solución en conjunto con las divisiones de los subsectores propuestos en el Sector.

En la siguiente figura, se puede ver la gráfica correspondiente al Sector Operativo VI, en la cual se muestra el comportamiento donde la presión sale negativa debido a que el abastecimiento de Agua Potable no es lo suficiente para cubrir la demanda de la población, por lo que actualmente hay zonas que funcionan operativamente.



Fig. 3.11.: Simulación Hidráulica de las Redes Existentes.

3.5.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO AL SECTOR VI

La zona en estudio está conformada por dos fuentes de agua potable, siendo estas por medio de pozos profundos denominados; Pozo el Cortijo, Pozo San Bernardo. Se hace mención que se tiene en la zona de estudio un pozo proyectado denominado “El Indio” el cual está en ejecución.

Los pozos se encuentran equipados y son monitoreados mediante sistema Scada desde la Planta de Tratamiento Curumuy.



Pozo El Cortijo

El Pozo tubular El Cortijo está ubicado en la Av. Grau cuadra 20, asentamiento humano Campo Polo.

El caudal de producción es de 92 l/s, de acuerdo con información remitida por el área de control operacional y del monitoreo que se realiza en la Planta de Curumuy.

El horario de operación del pozo es; desde las 23.00 horas a 05.00 horas bombea al reservorio “R-2” (Reservorio Manco Inca) con válvulas de aducción cerradas hasta llenarlo, luego desde las 05.00 horas a 21.00 horas, continúa bombeando hacia el mismo reservorio pero con válvulas aperturadas hacia las redes. Y desde las 21.00 horas a 23.00 horas se encuentra parada.

Pozo San Bernardo

El Pozo tubular San Bernardo se encuentra ubicado en la esquina del Jr. Las Flores con el Jr. Los Narcisos de la Urbanización San Bernardo.

El pozo “San Bernardo” también conocido como pozo El Indio, fue construido el año 1996, tiene una profundidad de 150.15 m.

El caudal de producción es de 45 l/s, de acuerdo a información remitida por el área de control operacional y del monitoreo que se realiza desde Curumuy.

El horario de operación del pozo es; desde las 00.00 horas a 4.00am bombea al reservorio “San Bernardo” con válvulas de aducción cerradas hasta llenarlo, luego desde las 4.00 am. a 18.00 pm., continua bombeando hacia el mismo reservorio pero con válvulas aperturadas hacia las redes. Y desde las 18.00 pm a las 00.00 horas se encuentra parada.



La calidad de agua del pozo es buena, estando sus parámetros de calidad dentro de los límites permisibles de calidad de agua para consumo humano.

Pozo El Indio

El Pozo El Indio está ubicado en el asentamiento humano el Indio.

El caudal de producción es de 50 l/s, de acuerdo a información remitida por el área de control operacional y del monitoreo que se realiza en la Planta de Curumuy.

El horario de operación del pozo es; desde las 23.00 horas a 05.00 horas bombea al reservorio El Indio con válvulas de aducción cerradas hasta llenarlo, luego desde las 05.00 horas a 21.00 horas, continua bombeando hacia el mismo reservorio pero con válvulas aperturadas hacia las redes. Y desde las 21.00 horas a 23.00 horas se encuentra parada.

3.5.1.1 DESCRIPCION DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACION

El Sector Operativo VI se abastece de los Reservorios Manco Inca (R-2), Reservorio San Bernardo y el Reservorio El Indio, con una línea de alimentación de 315mm, 315mm y 250mm respectivamente, las que distribuyen el agua a la zona del proyecto, que son las que suministran el agua a los Subsectores del sector Operativo VI, cada uno con su respectivo **Macromedidor**.

- Una línea de 315mm (12”) de diámetro para el **Sector Manco Inca**.
- Una línea de 315mm (12”) de diámetro para el **Sector Bernardo**
- Una línea de 250mm (10”) de diámetro para el **Sector El Indio**.



TABLA 3.5.: NUMERO DE SUBSECTORES POR CADA SECTOR

| 1 | SECTORES | N° SUB-SECTORES |
|--------------|---|-----------------|
| 1 | SECTOR N°01 - RESERVORIO "MANCO INCA" | 6 |
| 2 | SECTOR N°02 - RESERVORIO "SAN BERNARDO" | 10 |
| 3 | SECTOR N°03 - RESERVORIO "EL INDIO" | 4 |
| TOTAL | | 20 |

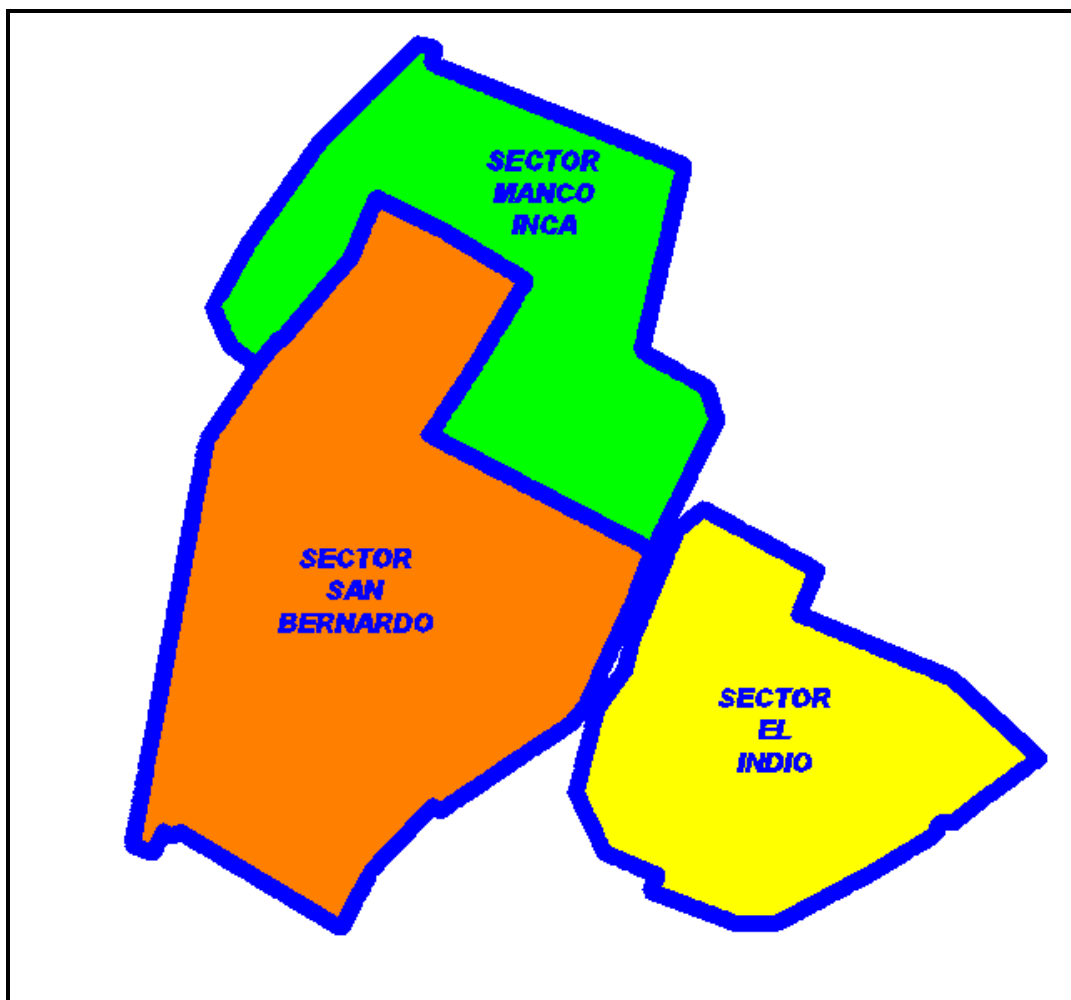


Fig. 3.12.: DIVISION DE SECTORES DEL SECTOR OPERATIVO VI



3.6 DISEÑO Y SIMULACION HIDRAULICA DEL SECTOR VI

El Diseño Hidráulico de Agua Potable consiste en calcular las presiones que tendrá el sistema para las tuberías proyectadas, caudales proyectados para 20 años con estos datos se realizará el BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA.

PARÁMETROS DE DISEÑO

De acuerdo con el reglamento nacional de edificaciones y a las normas técnicas peruanas, se plantean algunos parámetros de diseño a tener en cuenta al momento de diseñar, redes de distribución, a continuación, se muestra un cuadro resumen con los criterios más usados:

TABLA 3.6.: Parámetro de diseño de Sistema de Agua Potable

| Parámetros | Valor del Estudio | Comentarios |
|------------------------------|--------------------------|---|
| <i>Demanda</i> | | |
| Variación horaria | 1,8 Qdiario | Para dimensionar el sistema de distribución |
| Variación diaria | 1,3 Qdiario | Para dimensionar los sistemas de producción y conducción |
| <i>Almacenamiento</i> | | |
| Regulación | 25% Caudal promedio | |
| *Contra incendio | 50 m³/Reservorio | Volumen y coef. de apilamiento de 50 m³ y 0,5 respectivamente |
| <i>Presión</i> | | |
| Máxima | 50 m.c.a. | |
| Mínima | 15 m.c.a. | |
| <i>Velocidad</i> | | |
| Máxima | 3 m/s | |
| <i>Rugosidad</i> | | |
| C de Hazen Williams | | |
| Tuberías de PVC | 150 | |
| C. de variación de consumo | | |
| K1 (Qmd) | 1,3 | Reglamento Nacional de Edificaciones (OS 100) |
| K2 (Qmh) | 1,8 | Norma Técnica Peruana (OS 100) |

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).



PERIODO DE DISEÑO

El periodo considerado para este proyecto de agua potable será de 20 años; este periodo ha sido considerando de acuerdo con lo establecido en el perfil, que nos indica que el horizonte de proyecto es para 20 años según el tipo de construcción.

DOTACIÓN

La dotación usada en el cálculo ha sido establecida por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Dicha dotación es de 220 Lt/hab/día.

POBLACIÓN BENEFICIARIA

Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final para el 'periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyección, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

Además, se usó el MÉTODO GEOMÉTRICO para el cálculo de la población proyectada, considerando también una tasa de crecimiento poblacional de 2.14%, con una Densidad Poblacional de 4.31 hab/Lote.

FÓRMULA MATEMÁTICA:

La Fórmula para proyectar la población es la proyección Geométrica

Fórmula:

$$Pf = Pi (1 + r/100)^t$$

Donde:

Pf : Población futura o población a estimarse

Pi : población inicial (año base 2016)

r : tasa de crecimiento

t : número de años (año a estimarse – año base)

ECUACION 01: PROYECCIÓN GEOMÉTRICA DE LA POBLACION



DEMANDA

La demanda de agua potable se calculó aplicando la dotación y la población, en la siguiente expresión:

$$Demanda = \frac{(Dotación)(Población)}{86400}$$

ECUACION 02: DEMANDA DE AGUA POTABLE EN LITROS/SEGUNDO

COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE CONSUMO DE AGUA

- **COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA (K1)**

Se ha adoptado el valor de K1=1.3, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (OS.100).

- **COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA (K2)**

Se ha adoptado el valor K2=1.8, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (OS.100), correspondiente a poblaciones mayores a 10,000 habitantes.

DETALLES DE CÁLCULO

Los cálculos se desarrollarán con el soporte del Software WaterCad V8i Bentley, el cual es una herramienta muy poderosa para el cálculo y diseño de sistemas de agua potable.

El coeficiente de fricción será en función al material de la tubería.



TABLA 3.7.: COEFICIENTES DE FRICCION “C” EN LA FORMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

| TIPO DE TUBERÍA | “C” |
|---|-----|
| Acero sin costura | 120 |
| Acero soldado en espiral | 100 |
| Cobre sin costura | 150 |
| Concreto | 110 |
| Fibra de vidrio | 150 |
| Hierro fundido | 100 |
| Hierro fundido dúctil con revestimiento | 140 |
| Hierro galvanizado | 100 |
| Polietileno | 140 |
| Policloruro de vinilo (PVC) | 150 |

MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE CAUDALES

El método utilizado para la determinación de los caudales es el “Método del número de Familias”. Este método consiste en la determinación del caudal en cada nudo considerando el número de lotes en su área de influencia.

Antes de desarrollar el esquema respectivo de números de lotes en su área de influencia se ha hallado el número total de lotes del Sector Operativo VI, y teniendo el trazado de las líneas de agua se ha considerado los caudales unitarios teniendo de dato el caudal máximo horario total y el número total de lotes (familias) de la Zona en estudio.

Seguidamente, se calcula un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre el número total de familias de la población.

El caudal en el nudo será el número de familias (lotes) en su área de influencia, multiplicado por el caudal unitario.



$$Q_n = q_u * N_{fn}$$

Dónde:

$$q_u = Q_{mh} / N_f$$

q_u : Caudal unitario (L/s/fam)

Q_n : Caudal en el nudo “n” (L/s)

Q_{mh} : Caudal máximo horario (L/s)

N_f : Número total de familias

N_{fn} : Número de familias en el área de influencia del nudo “n”

ECUACION 03: CAUDAL UNITARIO POR VIVIENDA

RED DE DISTRIBUCIÓN

Una vez hecho el estudio de campo, y definidos tentativamente los elementos que han de formar el sistema de abastecimiento de agua, se procederá al diseño de las diferentes partes, entre estas la red de distribución.

Para el diseño de la red de distribución es imprescindible haber definido la fuente y el almacenamiento. Las cantidades de agua estarán definidas por los consumos, estimados en base a las dotaciones de agua. Sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables.

PRESIONES

Las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe de mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces llevar agua al interior de la



vivienda, la presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10m.

VELOCIDADES

La velocidad máxima será de 3m/s. (en casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5m/s.)

TIPOS DE REDES

Dependiendo de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de la fuente de abastecimiento y del estanque, se determina el tipo de red, estas pueden ser:

- **Tipo Ramificado:** Son redes de distribución compuestas por un ramal troncal ó una serie de ramificaciones o ramales que pueden constituir pequeñas mallas, formadas por ramales ciegos. Los gastos medios de consumo en cada tramo pueden determinarse conociendo la zonificación y asignando la dotación correspondiente de acuerdo a las normas sanitarias vigentes. En el caso de localidades donde no se disponga del plano regulador de la ciudad, los gastos de consumo por tramo pueden asignarse en base a un gasto unitario para zonas de densidad homogénea.
- **Tipo Mallado:** Este tipo de red es el más conveniente y tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En ciudades donde no exista plano regulador, la estimación de los gastos medios de consumo se hará en función del crecimiento poblacional para el periodo de diseño considerado. Cuando se tenga la zonificación y el plano regulador, asignando a cada parcela el uso de la tierra, la determinación de los



consumos para cada tramo se hará en base a las cifras de dotaciones contenidas en gaceta.

- **Tipo Mixto:** En este caso la red está constituida por tramos ramificados y mallas.

TUBERÍAS

Son las encargadas de transportar el agua a presión hasta el sitio de consumo; se pueden clasificar según su función de la siguiente manera:

La red tiende a seguir las vías de acceso existentes o proyectadas, lo mismo que está restringida por la topografía del terreno. Los tubos que forman el sistema de distribución se clasifican como sigue:

- **Primarios:** Son las de distribución principal o sea las de mayor diámetro, por lo tanto mayor capacidad y resistencia a la presión.
- **Secundarias:** Parten de las líneas primarias y son las encargadas de conducir el fluido frente a los predios de interés.
- **Toma domiciliar:** Es el tubo que tiene la obligación de conducir el agua de la línea secundaria hacia el interior del predio.

SELECCIÓN DE LA TUBERÍA

Cuando se conduce agua a presión es necesario usar conductos cerrados que soporten las presiones internas que se producen. La sección más conveniente para resistir esas presiones, además de presentar las mejores características hidráulicas es la de forma circular; Estas tuberías pueden ser construidas de diversos materiales, dependiendo de las presiones internas y externas a que puedan estar sometidas; de los costos y de las características físicas y químicas del suelo con el que estarán en contacto.



- **En función de las presiones:** Las clases de tubería a seleccionar estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea, lo cual estará representado por la línea de carga estática. La mejor solución consistirá en determinar las longitudes correspondientes a cada clase de forma de aprovechar al máximo la de menor costo hasta su límite de aceptación. La presión que resista cada tubería vendrá determinada por el fabricante.
- **En función del material:** Se elige el tipo de material requerido por la naturaleza del terreno, condiciones topográficas o de utilización.

SELECCIÓN DE DIÁMETRO

Estará en función al cálculo hidráulico siendo el mínimo diámetro 110mm.

VÁLVULAS

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.

Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.



Deberá evitarse los “puntos muertos” en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

El ramal distribuidor de agua deberá contar con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal.

HIDRANTES CONTRA INCENDIO (G.C.I.)

Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m.

Los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de compuerta.

ANCLAJES Y EMPALMES

Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrante contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.

El empalme del ramal distribuidor de agua con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 110 mm.

CONEXIÓN DOMICILIARIA

Diseño

Deberán proyectarse conexiones prediales simples o múltiples de tal manera que cada unidad de uso cuente con un elemento de medición y control.

Elementos de la conexión

Deberá considerarse:

- Elemento de medición y control: Caja de medición
- Elemento de conducción: Tuberías



- Elemento de empalme

Ubicación

El elemento de medición y control se ubicará a una distancia no menor de 0,30 m del límite de propiedad izquierdo o derecho, en área pública o común de fácil y permanente acceso a la entidad prestadora de servicio, (excepto en los casos de lectura remota en los que podrá ubicarse inclusive en el interior del predio).

Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la conexión predial será de 12,50 mm

3.6.1 ANALISIS HIDRAULICO

3.6.1.1 CALIBRACION DEL MODELO

En la figura 3.13, se muestra la red de tuberías de la zona de estudio georrefenciada, incluyendo las tuberías, Válvulas de Compuerta (seccionamiento), Macromedidores, entre otros.

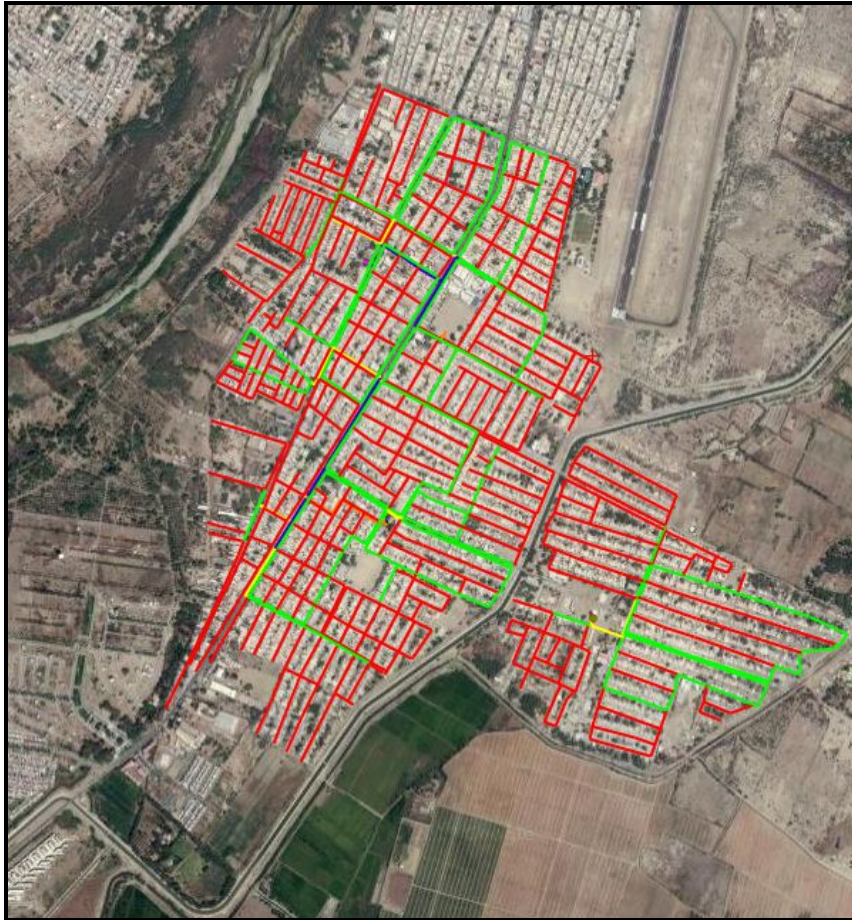


Figura 3.13 Figura Georrefenciada de la zona de estudio

Una parte fundamental del proyecto está la simulación del comportamiento hidráulico de la red de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona de Estudio, la cual fue realizada con el Programa de WATERCAD (Anexo “A”).

En la figura 3.14, se muestra las tuberías, nodos, reservorios, entre otros que conforman la red de distribución del Sector Operativo VI.

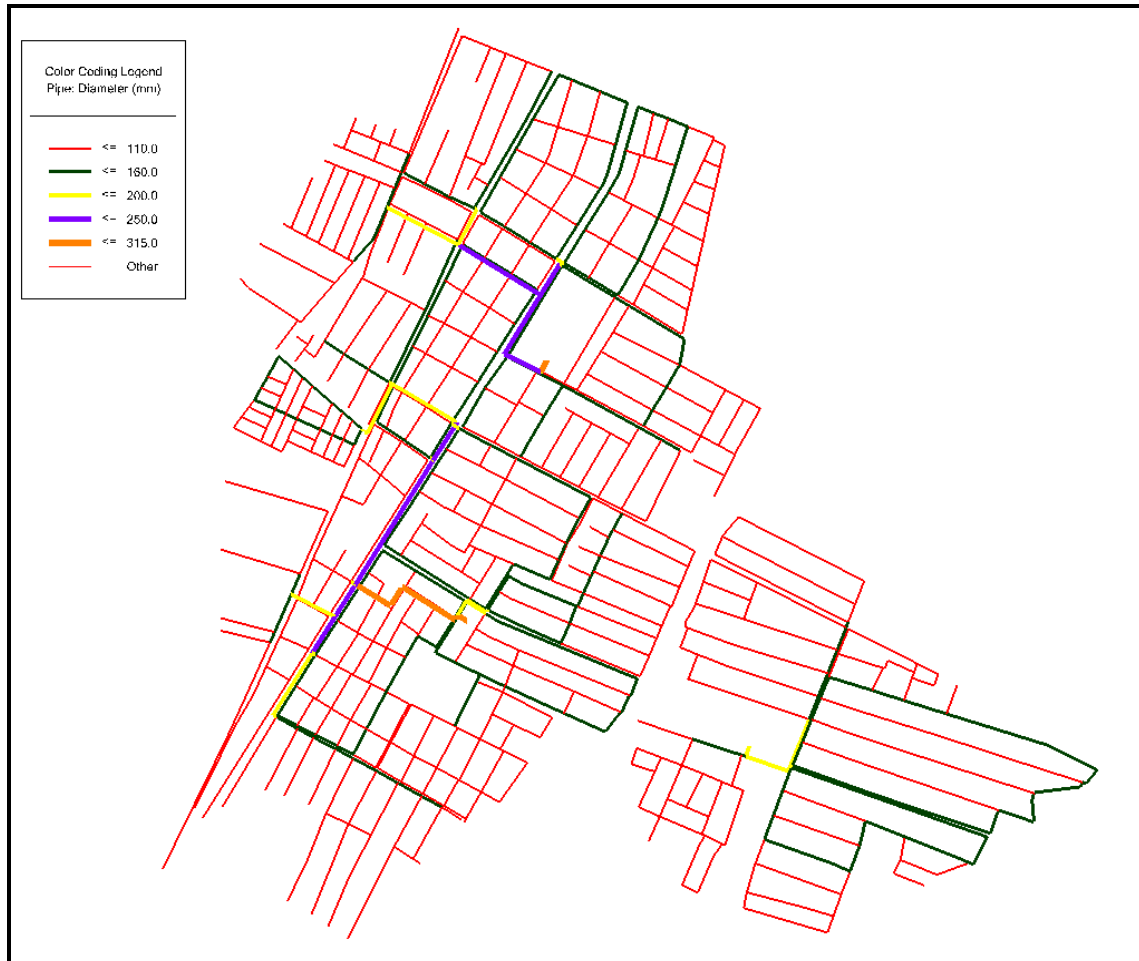


Figura 3.14. Red de Tubería del Sector Operativo VI

La simulación hidráulica de las redes de agua potable del Sector Operativo de la Ciudad de Castilla, esta constituida por 561 nodos, 778 tramos de tubería, los puntos de alimentación de las redes son las líneas de aducción de los reservios (MANCO INCA, EL INDIO Y SAN BERNARDO), en cada punto de alimentación tiene un Macromedidor. En la figura 3.15. se muestran las elevaciones de los nudos que se han tomado en cuenta para la modelación de la zona en estudio las cuales van desde 25 m.s.n.m. a 32 ms.n.m., por lo que se tiene que el terreno es relativamente plano con un desnivel promedio de 7 metros.

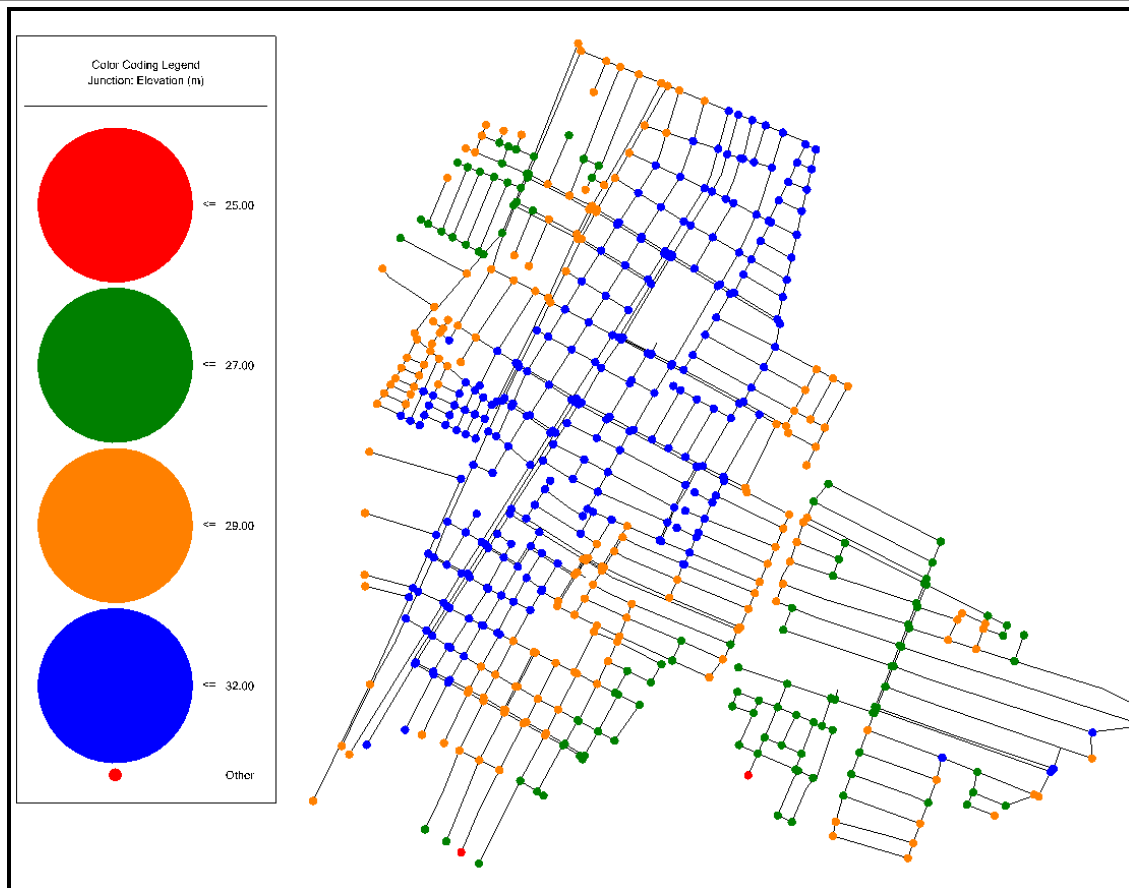


Figura 3.15. grafica de los nodos de sus elevaciones.

Con base en las reuniones de campo y gabinete, y tomando en cuenta lo citado anteriormente en relación a los recorridos y a la información recabada de la zona de estudio, se definió con las áreas de operación y técnica, la división del sector en cuatro zonas, de acuerdo a los puntos de alimentación citados en la descripción de los puntos de alimentación. Con los datos básicos tanto de demandas como de infraestructura y operación hidráulica, se efectuó la modelación de la red, con y sin control de presiones, obteniéndose los siguientes resultados y esquemas de la citada calibración.



CAPITULO IV

RESULTADOS.

Derivado de los resultados obtenidos en el desarrollo de los trabajos ejecutados en los en los subsectores del Sector Operativo VI, se concluye, lo siguiente:

- 1) Se tiene un mejor control de la Red de Distribución de Agua Potable, por medio de la construcción de los subsectores dentro del Sector VI.
- 2) A través de la aplicación del programa WATERCAD se simuló la Red de Distribución de Agua Potable del Sector VI del distrito de Castilla, para realizar su calibración, con la finalidad de probar que, al aplicar la sectorización, se recupera un volumen importante de agua, así como se reduce el porcentaje de fugas en la red.
- 3) Con la propuesta de los subsectores, en los sitios de medición se tiene un mejor control del gasto que se suministra a los usuarios, en el Sector Operativo VI.
- 4) Con la ayuda de la sectorización, se tiene la facilidad de detectar y reparar una fuga, y solamente mediante el cierre de una válvula de entrada al subsector, afectando el suministro a un área pequeña, la cual está controlada.
- 5) Con la construcción de los sitios de medición se tiene el conocimiento del caudal de entrada y consumo en el sector y por subsector.
- 6) Con la sectorización se independizaron las fuentes de abastecimiento.
- 7) Se tiene un control operativo del Recurso Agua.
- 8) Se cuenta con un control administrativo del Recurso Agua Disponible.



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados antes presentados, se comprobó la hipótesis de la tesis de partida, que a través de la sectorización de la Red de Distribución esta se optimiza. En el apartado 3.6 se aplicó el programa WATERCAD para realizar la simulación hidráulica del sistema y del cual se obtuvieron los siguientes resultados:
 - El volumen recuperado fue de 15,075.36m³, que representa un gasto medio diario de 174.78l/s.
 - El gasto por concepto de fugas antes de regular la presión es de 101.20/s, que representa un porcentaje de 58%.
 - El gasto por concepto de fugas después de regular la presión es de 17.45l/s, que representa un porcentaje de 10%.
2. Los objetivos planteados al inicio del presente Proyecto de Tesis se cumpliera un mejor control del gasto suministrado y de las presiones en el Sector Operativo VI, además de abatir de manera importante las pérdidas de agua ocasionadas por las constantes fugas.
3. En el Sector Operativo VI, se obtuvo un mejor control de la red de distribución de Agua Potable, por medio de la construcción de subsectores dentro del mismo sector.
4. Con la propuesta de los subsectores, en los sitios de medición se tiene un mejor control del gasto que se suministra a los usuarios, en el Sector Operativo VI.
5. Con la propuesta final de sectorización, se obtuvo un diseño adecuado y confiable en su funcionamiento hidráulico.



-
6. Con la sectorización se tiene un mejor control de las fugas, al detectarlas de manera electrónica en tiempo real.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Se deberán implementar los programas de supervisión y de mantenimiento a los sitios de control y medición instalados en los subsectores, para verificar su confiabilidad y operatividad en el tiempo.
2. De igual manera se deberán implementar programas para verificar que las válvulas en los sitios de control y entradas a los subsectores no tengan movimientos o variaciones en su apertura para no afectar el funcionamiento del sistema.
3. Se deberá tener una buena comunicación con el personal de operación, ya que es la gente autorizada para realizar movimientos en la red, y a su vez tenga un buen conocimiento del sistema en conjunto para que lo opere de manera correcta y eficaz.
4. Que el personal del Sistema de Aguas de la Ciudad de Castilla tenga el conocimiento de los trabajos de mantenimiento que se realicen en la red.
5. Se deben detectar y reparar las fugas.
6. Se recomienda que cuando se cuente con más registros de los datos del sector, se realice nuevamente la simulación para verificar los resultados obtenidos en el presente trabajo.
7. Se recomienda como una línea de investigación, el tema referente a los diferentes tipos de válvulas, así como su funcionamiento y selección.



CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - OS.050 – REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Lima.
2. Ing. Alcides Rafael García Guerra. (2009). “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CONSOLIDACIÓN URBANÍSTICA DEL SECTOR LA TUS-TUSH MUNICIPIO VALDEZ, ESTADO SUCRE, UTILIZANDO UN PROGRAMA DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA” - Puerto La Cruz.
3. Ing. Alvarado Espejo Paola. (2013). ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL BARRIO SAN VICENTE, PARROQUIA NAMBACOLA, CANTÓN GONZANAMÁ. Recuperado de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6543/1/TESIS%20UTPL.pdf> . Loja -Ecuador.
4. Ing Carlos Vidal Valenzuela. Diseño y Modelación de Sistemas de Distribución De Agua Con Watercad V8i. (2012). INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (I.C.G.)- 4TA EDICION.
5. Ing. Enrique Campbell Gonzalez, (2013). PROPUESTA PARA UNA METODOLOGÍA DE SECTORIZACIÓN DE REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. Recuperado de



-
- <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38947/Tesina%20Master%20Ingenieria%20hidraulica.pdf?sequence=1>. Valencia - España.
6. Ing. Gerardo Toxky Lopez. (2012). - “LA SECTORIZACIÓN EN LA OPTIMIZACIÓN HIDRÁULICA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE”. Recuperado de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/11374/370.pdf?sequence=1>. Mexico D.F.
7. Ing. Oscar T. Vegas Niño (2012). HERRAMIENTAS DE AYUDA A LA SECTORIZACIÓN DE REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA BASADAS EN LA TEORÍA DE GRAFOS APLICANDO DISTINTOS CRITERIOS. Recuperado de http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18008/Tesina_Master_OscarVegas.pdf?sequence=1. Valencia - España.
8. Ing. Victor Manuel Cedeño – Ing. Mauricio Amoroso Farfan – Ing. Juan Fernando Abril. (2014). “ALCANCE A LOS DISEÑOS DEFINITIVOS PARA AGUA POTABLE DEL ECOPARQUE INDUSTRIAL CHAULLAYACU” Recuperado de <http://www.edec.gob.ec/sites/default/files/Red%20Dise%C3%B1o%20del%20Sistema%20de%20Distribuci%C3%B3n%20de%20Agua%20Potable.pdf>
9. Instituto Nacional de Estadística de Informática (INEI). 2007. <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>. Piura – Peru.
10. Piura Peru. Org – Poblacion de Piura. (2012) <http://www.piuraperu.org/poblacion.html>
-



-
11. Plan de Desarrollo Concertado 2013-2021 – Distrital de Castilla. (2013)
<http://www.municastilla.gob.pe/documentos/P.D.C.Castila%202013-2021.pdf>
 12. Proyecto de Sectorización de la Ciudad de Lima y Callao. (2001).
http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=685267cf-f5dd-4d93-bffc-8bef04c5b2a6&groupId=10154.
 13. Sistema Estadístico Departamental - Piura Compendio Estadístico 2011 (2011).
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0997/Libro.pdf



ANEXOS



ANEXO A. SIMULACION HIDRAULICA DEL SECTOR CON EL PROGRAMA WATERCAD.

CALIBRACIÓN DEL SECTOR.

A continuación, se hace una breve descripción de las principales características del Programa.

PROGRAMA WATERCAD

Bentley WaterCAD es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riesgo), propiedad de la Empresa de **Software Bentley Systems, Incorporated** que produce soluciones para el diseño, construcción y operación de infraestructuras en diversos campos. WaterCAD permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo, Tanques, Reservorios, Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación, etc.)

DESCRIPCION

El software cuyo algoritmo de cálculo se basa en el método del Gradiente Hidráulico, permite el análisis hidráulico de redes de agua (aunque puede usarse para cualquier fluido newtoniano) determinando las presiones en diversos puntos del sistema, así como los caudales, velocidades, pérdidas en las líneas que conforman la red hidráulica; así como otros muchos parámetros operativos derivados de los elementos presentes en el sistema como: Bombas, Válvulas de Control, Tanques, etc. a partir de las características físicas del sistema y unas condiciones de demanda previamente establecidas. WaterCAD además permite extender sus capacidades a temas de gestión a largo plazo de sistemas de



abastecimiento incluyendo: análisis de vulnerabilidad, análisis de protección contra incendio, estimación de costos energéticos, calibración hidráulica, optimización, etc.

Este programa adicional a las herramientas convencionales para el análisis y modelación de redes a presión cuenta con herramientas de productividad en los procesos de gestión de datos, construcción de modelos a partir de archivos externos, extracción de elevaciones, asignación de demandas a partir de técnicas de análisis espacial, preparación y gestión de escenarios, cálculos hidráulicos complementarios, gestión operativa y preparación de reportes y planos. Asimismo, el software ofrece diversas opciones para visualización de resultados como reportes tabulares, perfiles, gráficos de variación temporal, anotaciones y codificación por color, etc.

El software además de contar con una interfaz gráfica autónoma (Windows Stand Alone), puede trabajarse de manera integrada entornos CAD como los son AutoCAD y Bentley MicroStation.

ORIGENES Y DESARROLLO

WaterCAD fue originalmente desarrollado por la Empresa *Haestad Methods, Inc.* con base en Watertown, CT (USA). Esta empresa fue adquirida por Bentley Systems a mediados del año 2004, adquisición a partir de la cual el producto comenzó a denominarse comercialmente como **Bentley WaterCAD**.

WaterCAD es una evolución de un producto de software lanzado a principios de los 90's por la casa *Haestad Methods*, llamado **CyberNet**. Este producto fue quizás uno de los programas pioneros en integrar un modelo hidráulico en un entorno CAD. Lo anterior, considerando que sólo hasta esta década se comenzaban a lanzar al mercado comercial diferentes productos de modelación hidráulica con una interfaz gráfica y que la primera



versión de EPANET (producto libre y referencial del mercado) sólo se lanzó hasta el año 1993.

El CyberNet como nombre comercial desapareció a principios del año 2000, y WaterCAD se empezó a comercializarse en dos versiones: **WaterCAD Stand-Alone** y **WaterCAD para AutoCAD**. Asimismo, durante los primeros años el software sufrió cambios significativos que no solamente tuvieron que ver con mejoras a la interfaz gráfica y herramientas de entrada de datos sino también con sus métodos de cálculo y algoritmos. En primer lugar en lo que tiene que ver con el método de análisis hidráulico se adaptó el método de gradiente conjugado (con el objeto de mejorar la velocidad de convergencia y uso de memoria). En lo que tiene que ver con el modelo dinámico de calidad de agua se implementó una aproximación o método Lagrangiano, que demostró ser más versátil y eficiente que otros modelos de calidad.

En los últimos años el software ha tenido una gran evolución especialmente en características como: interoperabilidad, facilidad de uso, herramientas de productividad, procesos de consulta multi-criterio, operaciones de análisis espacial, posibilidades gráficas, integración con Sistemas de Información Geográfica (GIS), etc. Dentro de los más recientes desarrollos se incluyen las siguientes características:

- Intercambio de Datos con otros Sistemas de Información, Dispositivos Electrónicos y/o otros programas de gestión.
- Uso de Algoritmos Genéticos para procesos de calibración hidráulica automatizada, diseño óptimo y optimización energética.
- Detección Analítica de Fugas
- Planes de Vulnerabilidad ante eventos de Contaminación



- Integración con Sistemas SCADA
- Análisis de Calidad multi-parámetro
- Planificación para Renovación de Redes
- Integración con Análisis de Transientes Hidráulicos y Golpe de Ariete

TIPOS DE CÁLCULO Y MODULOS COMPLEMENTARIOS

WaterCAD (descripción basada en versión V8i) posee diferentes herramientas y tipos de cálculo complementarios al análisis hidráulico convencional.

Tipos de Cálculo (Régimen Permanente):

1. Análisis Hidráulico en Periodo Estático (también Conocido como Análisis *Steady State* ó SS por su Siglas en inglés)
2. Análisis Hidráulico en Periodo Extendido o Cuasi-Estático (también Conocido como Análisis EPS por su Siglas en inglés)
3. Análisis de Calidad de Agua (Análisis de tipo EPS con tres variantes: Edad del Agua, Rastreo de Fuente o Constituyente)
4. Análisis de Protección contra Incendio (Análisis de Tipo SS para analizar la capacidad de respuesta de la Red ante un evento de Incendio)
5. Análisis de Costos de Energía (Determinación de la Energía Consumida y Costos en las Estaciones de Bombeo)
6. Análisis de Segmentos Críticos o de Vulnerabilidad del Sistema ante cortes de servicio (*Criticality Analysis*)
7. Análisis y Proyección de Roturas de Tuberías (*Pipe Break Analysis*)
8. Análisis de Lavado de Tuberías por estrategias de Vaciado (*Flushing Analysis*).



Módulos o Herramientas Complementarias incluidas:

1. Centro de Control de Demandas (*Demand Control Center*)
2. Administrador de Escenarios y Comparación (*Scenario Management & Scenario Comparison*)
3. Construcción Inteligente de Modelos a partir de archivos externos (*ModelBuilder*)
4. Asignación Automática de Elevaciones a partir de Modelos Digitales de Terreno (*Trex*)
5. Asignación Automática de Demandas basada en Análisis Espacial (*LoadBuilder*)
6. Generador de Polígonos de Thiessen

Módulos Adicionales - No Incluidos:

Módulos que se pueden adquirir separadamente para complementar la funcionalidad de WaterCAD:

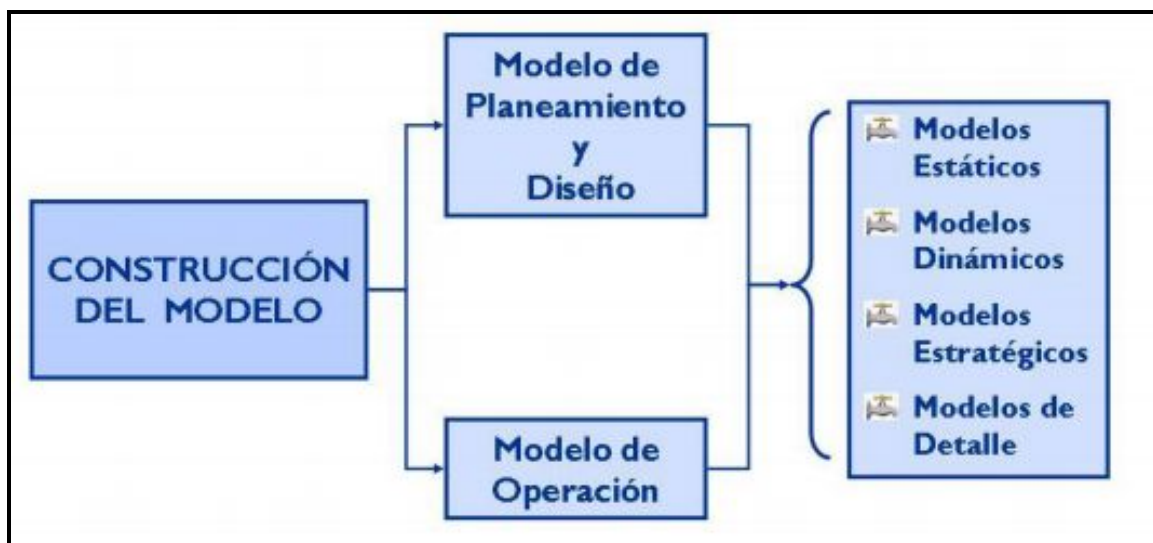
1. ***Skelebrator***: Simplificación o Esqueletización Inteligente de Redes
2. ***Darwin Designer***: Optimización de Diseño de Sistemas basado en Algoritmos Genéticos y según criterios económicos y restricciones hidráulicas
3. ***Darwin Calibrator***: Calibración Hidráulica de Redes basada en Algoritmos Genéticos y según correlación estadística con datos de campo
4. ***Darwin Scheduler***: Optimización Energética para Programación de Ciclos de Bombeos basado en Algoritmos Genéticos
5. ***Pipe Renewal Planner***: Planeación para la Renovación de Redes basada en Análisis Multi-Criterio
6. ***SCADAConnect***: Conexión en tiempo real del Modelo Hidráulico con Sistemas SCADA

Adicional a los módulos anteriores, el usuario puede personalizar el Software WaterCAD a través de la utilidad Water Objects, que a través de aplicaciones y rutinas tipo VBA permite adicionar nuevas herramientas de cálculo y de visualización de resultados, extendiendo y personalizando las capacidades del software a proyectos o usos específicos.

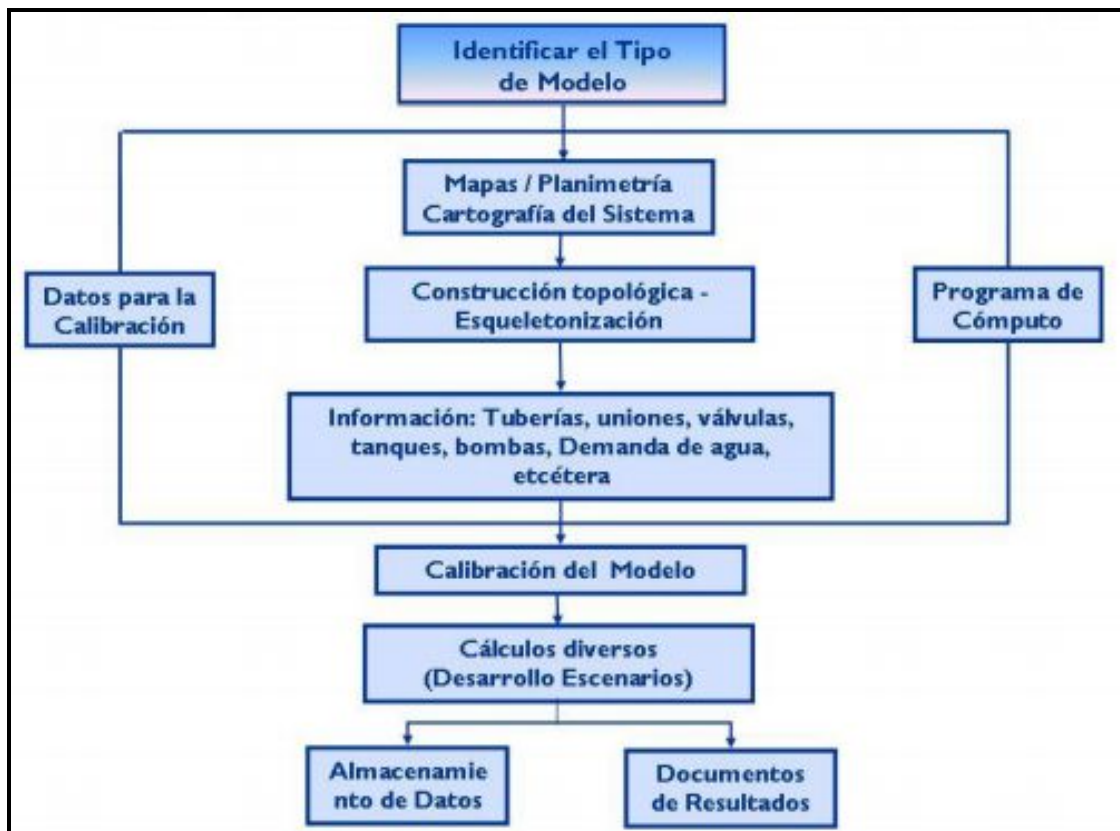
GENERALIDADES SOBRE MODELACIÓN HIDRÁULICA CON SOFTWARE WATERCAD

Las partes de un modelo hidráulico y las etapas del modelamiento hidráulico se pueden explicar mediante los esquemas 1 y 2 respectivamente.

ANEXO FIG. 1: PARTES DE UN MODELAMIENTO HIDRÁULICO.



ANEXO FIG. 2: ETAPAS DE MODELAMIENTO HIDRÁULICO.



No existe una única forma de crear un modelo de simulación hidráulica con WaterCAD, sin embargo los siguientes pasos resumen de manera general las etapas en el modelamiento hidráulico.

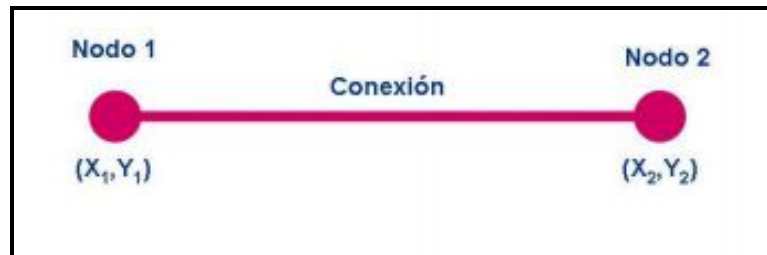
a) Construcción o dibujo

Si se está diseñando un sistema totalmente nuevo y se desea dibujar un modelo desde cero, puede hacerse con las herramientas de dibujo que WaterCAD proporciona, haciendo clic en cada uno de los botones para crear:

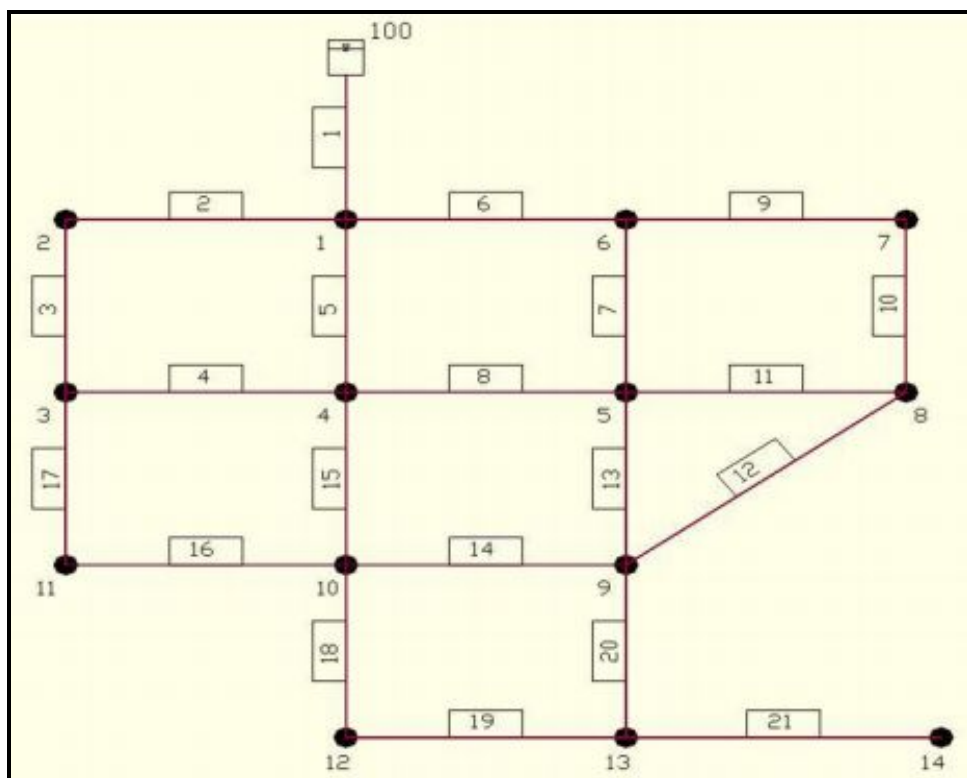
- Nodos → Uniones, tanques y reservorios. Coordenadas (x,y).
- Conexiones → Tuberías. Del nodo al nodo.
- Elementos híbridos → Bombas y válvulas.

Para facilitar el dibujo del modelo se puede agregar fondos a escala en formato DXF (propios de AutoCAD o Microstation) y/o Shapefiles propios de GIS.

En la Fig. 3 y Fig.4 se muestra un esquema simple nodo-conexión-nodo y un modelo esqueletonizado en base a nodos y conexiones, respectivamente.



ANEXO FIG. 3. ESQUEMA SIMPLE NODO-CONEXIÓN-NODO.



ANEXO FIG. 4. MODELO ESQUELETONIZADO EN BASE A NODOS Y
CONEXIONES.

b) TIPOS DE INFORMACIÓN DE INGRESO

Una vez dibujado el modelo, el siguiente paso es alimentar los elementos del mismo con la información requerida para las simulaciones. A continuación se describen grupos de información que se debe suministrar al modelo estrictamente para el análisis hidráulico.

Hay que tener presente que de una adecuada estimación de información depende en gran parte la confiabilidad de los resultados.

✓ Información física: El usuario deberá suministrar elevaciones, rugosidades, diámetros, longitudes y materiales de tubería, coeficientes de pérdida menor, niveles de tanques y reservorios, coeficientes de emisor y curvas características de bomba.



ANEXO FIG. 5. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO.

✓ Consumo de agua: El usuario debe hacer estimaciones del consumo de agua y las pérdidas del sistema de distribución de agua.



ANEXO FIG. 6. CONSUMO DIARIO POR HABITANTE

✓ Información operacional: Esta información es especialmente importante en simulaciones en período extendido. Se debe expresar la forma como opera el sistema de distribución, mediante controles simples y lógicos para bombas, válvulas y tuberías.

✓ Condiciones de frontera e iniciales: Las condiciones de frontera le permiten al modelo inicializar el cálculo hidráulico basándose en valores de gradiente hidráulico conocido, y las condiciones iniciales indican el estado de ciertos elementos en el momento de la simulación.



**ANEXO FIG. 7. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE LA OPERACIÓN
DEL SISTEMA DE LAS REDES DE AGUA POTABLE.**

c) Creación de escenarios y alternativas

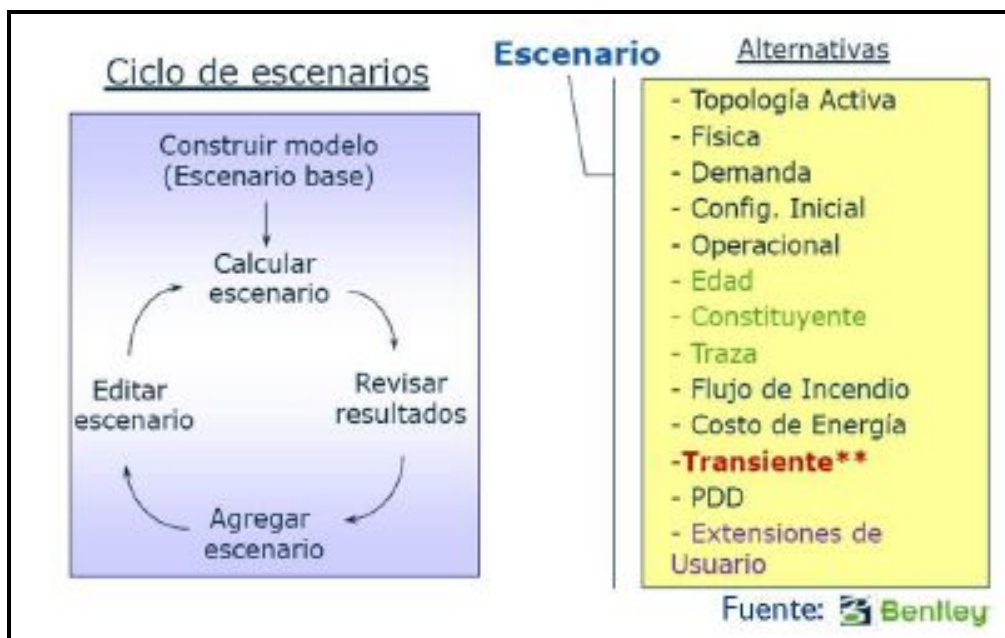
Los Escenarios y Alternativas permiten modelar un número infinito de soluciones de una manera rápida y organizada dentro de un solo modelo.

Ahora, un escenario es tan solo un repositorio de información, si está vacío no significa nada para el modelo. De esta forma, cada escenario lleva dentro un número determinado de carpetas que representan tipos de alternativas.

- Topología
- Física
- Demanda
- Condición inicial
- Operacional
- Edad

- Constituyente
- Traza
- Flujo de incendio
- Costo capital
- Costo de energía
- Datos de usuario

Para cada tipo de alternativa, se tiene la libertad de seleccionar qué información utilizar. Estas diferentes opciones para alimentar cada carpeta (tipo de alternativa), son en sí las alternativas del modelo. Se puede crear y almacenar infinitas versiones de estas alternativas, con las cuales es posible crear nuevos escenarios usando alternativas de escenarios ya creados, reutilizando algunas de ellas, o cambiando tan solo una para generar sutiles variaciones entre escenarios.



ANEXO FIG. 8. ESCENARIOS Y ALTERNATIVAS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO.

c) Ejecución de simulaciones / Tipos de análisis

Una vez creados los escenarios el siguiente paso es ejecutar simulaciones para obtener resultados. Aquí se deberá seleccionar que tipo de análisis ejecutar.

- Estado estático: Provee resultados para un momento específico.
- Simulación de período extendido: Ofrece resultados para diferentes pasos de tiempo, durante una duración de análisis especificada.



ANEXO FIG. 9. TIPOS DE SIMULACIONES QUE PROPORCIONA EL PROGRAMA DE WATERCAD.

e) Aplicaciones del modelamiento de la red

Las aplicaciones generales de los modelamientos matemáticos:

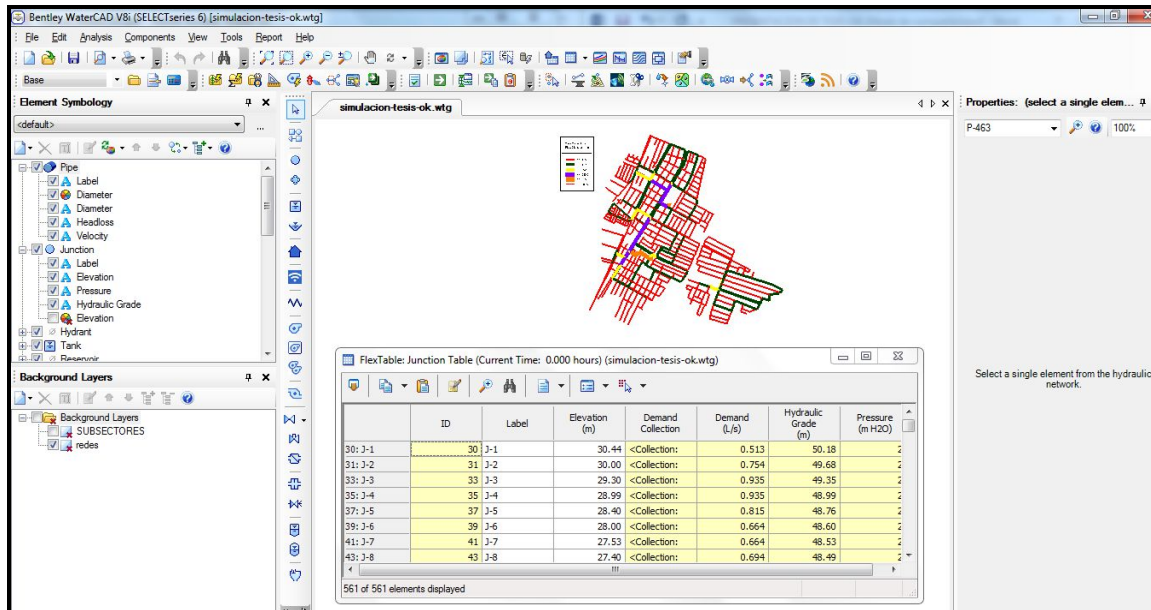
- Permiten determinar las presiones en los nudos y los caudales reales que circulan por las tuberías, para unas condiciones de trabajo dadas.
- Ayudan a diagnosticar el estado de la red y detectar sus problemas.
- Apoyan en estimar la eficiencia hidráulica del sistema y evaluar las fugas.



- Permiten planificar las mejoras a efectuar en la red de una forma efectiva, aprovechando así mejor las inversiones.
- Permiten mejorar las condiciones de operación de la red para garantizar las presiones, ahorrar energía, etc.
- Permiten determinar y controlar la calidad del agua que le llega a los abonados, tras viajar por la red.

f) Presentación de resultados Una propiedad importante en todos los programas para la modelación de sistemas de distribución de agua es la habilidad de presentar los resultados claramente, incluyendo:

- Reportes: los cuales muestran e imprimen información de cualquiera de los elementos del sistema.
- Reportes tabulares (FlexTables): para visualización, edición, y presentación de datos seleccionados y elementos en forma tabular.
- Perfiles: muestra gráficamente en una vista perfil, como un atributo seleccionado, como el gradiente hidráulico, varía a través de una serie de tuberías interconectadas.
- Anotaciones en elementos, para presentación dinámica de los valores de variables seleccionados por el usuario en una vista general.
- Codificación de colores, la cual asigna colores basados en rangos de valores para los elementos de visualización. Esta herramienta es muy útil para diagnósticos rápidos en la red



ANEXO FIG. 10. ECUACIONES DE COMPORTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA RED

Tuberías

La pérdida de carga o altura piezométrica en una tubería debida a la fricción por el paso del agua, puede calcularse con Watercad utilizando las siguientes formulaciones:

- Darcy-Weisbach (para todo tipo de líquidos y regímenes)
- Hazen-Williams (sólo para agua)
- Chezy-Manning (para canales y tuberías de gran diámetro)

La ecuación básica de estas tres fórmulas es:

$$h_L = A Q^B$$

Donde:

h_L = Pérdida de Carga

Q = Caudal

A = Coeficiente de Resistencia

B = Exponente de Caudal

ECUACION 04: FORMULA DE PERDIDA DE CARGA



Los valores de los parámetros A y B se encuentran representados en la tabla 4.1.:

| <i>Fórmula</i> | <i>Coficiente de Resistencia (A)</i> | <i>Exponente de Caudal (B)</i> |
|---|--|------------------------------------|
| Hazen-Williams | $10.674 C^{-1.852} d^{-4.871} L$ | 1.852 |
| Darcy-Weisbach | $0.0827 f(\varepsilon, d, Q) d^{-5} L$ | 2 |
| Chezy-Manning | $10.294 n^2 d^{-5.33} L$ | 2 |
| <p>donde:</p> <p>C: coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams</p> <p>ε: coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (m)</p> <p>f: factor de fricción (depende de ε, d y Q)</p> <p>n: coeficiente de rugosidad de Manning</p> <p>d: diámetro de la tubería (m)</p> <p>L: longitud de la tubería (m)</p> <p>Q: caudal (m³/seg)</p> | | |

ECUACION 05: FORMULA DE PERDIDA DE CARGA PARA TUBERIA A PRESION

Los coeficientes de rugosidad que aparecen en las tres formulaciones se encuentran clasificados según el tipo de tuberías en la tabla 4.2.

| <i>Material</i> | <i>C Hazen-Williams (universal)</i> | <i>ε Darcy-Weisbach (mm)</i> | <i>n Manning (universal)</i> |
|--------------------|---|---|----------------------------------|
| fundición | 130 – 140 | 0.26 | 0.012 – 0.015 |
| hormigón | 120 – 140 | 0.3 – 3.0 | 0.012 – 0.017 |
| hierro galvanizado | 120 | 0.15 | 0.015 – 0.017 |
| plástico | 140 – 150 | 0.0015 | 0.011 – 0.015 |
| acero | 140 – 150 | 0.045 | 0.015 – 0.017 |
| cerámica | 110 | 0.3 | 0.013 – 0.015 |

Tabla coeficientes de Rugosidad para Tubería Nueva.

El factor de fricción f de la fórmula de Darcy-Weisbach se calcula, según el tipo de régimen, con uno de los siguientes métodos:

- Para flujo laminar ($Re < 2.000$) emplea la fórmula de Hazen-Poiseuille:

$$f = \frac{64}{Re}$$

ECUACION 06: FORMULA DE HAZEN - POISEUILLE

- Para flujo turbulento ($Re > 4.000$) emplea la aproximación explícita de Swamee y Jain a la fórmula de Colebrook-White:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\epsilon}{3.7d} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

ECUACION 07: FORMULA DE SWAMEE Y JAIN

- Para el flujo de transición ($2000 < Re < 4000$) aplica una interpolación cúbica al diagrama de Moody.

Bombas

En caso de bombas, la altura suministrada al fluido se considerará como pérdidas cambiadas de signo, según la siguiente expresión:

$$h_y = -\omega^2 \left(h_0 - r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega} \right)^n \right)$$

donde:

h_0 : altura a caudal nulo

ω : velocidad relativa de giro

r y n : son parámetros de la curva de la bomba

Q_{ij} : caudal que circula en la línea que une el nudo i al j .

ECUACION 08: FORMULA DE PERDIDA DE CARGA EN BOMBAS



El estado de las bombas se comprueba en cada instante de cálculo tras cada iteración sólo en las 10 primeras iteraciones. En las siguientes iteraciones deja de comprobarse hasta que se produce la convergencia.

Como consecuencia de la comprobación del estado, las bombas se paran si la altura que debe suministrar es superior a su altura a caudal cero. En este caso se fuerza el caudal de paso a un valor de 10^{-6} pies³/seg ($2.8316 \cdot 10^{-8}$ m³/seg), lo que se puede considerar como un caudal nulo que representa el cierre de la bomba. Ésta se pondrá en marcha de nuevo cuando dejen de darse altas demandas, siendo entonces el caudal de paso el que se obtiene al entrar en la curva característica de la bomba con la altura requerida en el nuevo intervalo.

Válvulas y Accesorios

Las válvulas abiertas se consideran como tuberías lisas (con factor de fricción f igual a 0.02) de longitud igual a dos veces su diámetro.

En el caso de válvulas cerradas se aplica la siguiente formulación lineal:

$$h = 10^8 Q$$

ECUACION 09: FORMULA DE PERDIDAS DE VALVULAS CERRADAS

Las pérdidas localizadas en válvulas activas y accesorios se evalúan como el producto de la altura cinética multiplicada por un coeficiente de pérdidas K , en la forma:



$$h = K \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad \text{o bien} \quad h = \left(\frac{8K}{\pi^2 g D^4} \right) Q^2$$

donde:

K : coeficiente de pérdidas menores
 v : velocidad del flujo
 g : aceleración de la gravedad
 D : diámetro del elemento
 Q : caudal circulante

ECUACION 10: FORMULA DE PERDIDAS DE VALVULAS ACTIVAS.

En la siguiente tabla se listan los valores de K para algunos de los accesorios mas comunes.

Estos valores son solo aproximados, ya que K depende de la geometria del accesorio, de Re y, en ocasiones, de las condiciones del flujo.

| <i>ACCESORIO</i> | <i>COEF. PÉRDIDAS</i> |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Válvula de Globo, todo abierta | 10.0 |
| Válvula de Ángulo, todo abierta | 5.0 |
| Válv. Retenc. Clapeta, todo abierta | 2.5 |
| Válvula Compuerta, todo abierta | 0.2 |
| Codo de radio pequeño | 0.9 |
| Codo de radio mediano | 0.8 |
| Codo de radio grande | 0.6 |
| Codo a 45° | 0.4 |
| Codo de retorno (180°) | 2.2 |
| Té Estándar – flujo recto | 0.6 |
| Té Estándar – flujo desviado | 1.8 |
| <i>ACCESORIO</i> | <i>COEF. PÉRDIDAS</i> |
| Entrada brusca | 0.5 |
| Salida brusca | 1.0 |

Tabla coeficientes de Perdidas menores.

Sin embargo existente valvulas especiales, cuya perdida de carga no puede calcularse solamente en funcion del caudal, si no que intervienen otras variables, como son las alturas piezometricas aguas arriba y abajo .



| | | | |
|---|-----------------|---------------------------|----------------------------------|
|  | PRV | Pressure Reduction Valve | Válvula Reductora de Presión |
|  | PSV | Pressure Sustaining Valve | Válvula Sostenedora de Presión |
|  | PBV | Pressure Breaker Valve | Válvula Rompedora de Presión |
|  | FCV | Flow Control Valve | Válvula de Control de Flujo |
|  | TCV | Throttle Control Valve | Válvula de control (Impedimento) |
|  | GPV | General Purpose Valve | Válvula de Propósito General |
|  | Isolation Valve | | Válvula de Aislamiento |

ANEXO FIG. 11. TIPOS DE VALVULAS QUE OFRECE EL PROGRAMA DE WATERCAD



ANEXO B: POBLACIÓN CENSADA, NÚMERO DE VIVIENDAS E INDICE DE

HACINAMIENTO

REGIÓN PIURA: POBLACIÓN CENSADA, NÚMERO DE VIVIENDAS E INDICE
DE HACINAMIENTO,
SEGÚN PROVINCIA Y DISTRITO, 2007

| Región, Provincia, Distrito | Población | | Total de Viviendas | Coeficiente de Hacinamiento | Tasas de Crecimiento 1993/2007 |
|--------------------------------|------------------|-------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| | Total | % | | | |
| Total | 1,676,315 | | 408,419 | 4.1 | 1.33 |
| Provincia Piura | 665,991 | 100% | 155,227 | 4.3 | 1.99 |
| Piura | 260,363 | 39% | 60,352 | 4.3 | 2.14 |
| Castilla | 123,692 | 19% | 28,753 | 4.3 | 2.14 |
| Catacaos | 66,308 | 10% | 15,397 | 4.3 | 1.43 |
| Cura Mori | 16,923 | 3% | 3,995 | 4.2 | 0.0 |
| El Tallán | 4,774 | 1% | 1,154 | 4.1 | 0.68 |
| La Arena | 34,584 | 5% | 7,703 | 4.5 | 1.30 |
| La Unión | 36,000 | 5% | 8,183 | 4.4 | 1.79 |
| Las Lomas | 26,896 | 4% | 6,707 | 4.0 | 0.16 |
| Tambogrande | 96,451 | 14% | 22,983 | 4.2 | 3.01 |
| Provincia Ayabaca | 138,403 | 100% | 33,225 | 4.2 | 0.37 |
| Ayabaca | 38,730 | 28% | 9,300 | 4.2 | 0.07 |
| Frías | 23,005 | 17% | 5,427 | 4.2 | 0.87 |
| Jililí | 2,956 | 2% | 728 | 4.1 | -0.63 |
| Lagunas | 6,625 | 5% | 1,387 | 4.8 | 1.39 |
| Montero | 7,337 | 5% | 1,769 | 4.1 | -1.00 |
| Pacaipampa | 24,760 | 18% | 6,060 | 4.1 | 0.22 |
| Paimas | 9,638 | 7% | 2,245 | 4.3 | 1.11 |
| Sapillica | 11,127 | 8% | 2,598 | 4.3 | 1.41 |
| Sicchez | 2,274 | 2% | 597 | 3.8 | -2.13 |
| Suyo | 11,951 | 9% | 3,119 | 3.8 | 0.55 |
| Provincia Huancabamba | 124,298 | 100% | 34,092 | 3.6 | 0.40 |
| Huancabamba | 30,116 | 24% | 8,576 | 3.5 | 0.31 |
| Canchaque | 8,957 | 7% | 2,662 | 3.4 | -0.89 |
| El Carmen de La Frontera | 12,681 | 10% | 3,553 | 3.6 | 1.37 |
| Huarmaca | 39,416 | 32% | 10,415 | 3.8 | 0.78 |
| Lalaquiz | 5,115 | 4% | 1,377 | 3.7 | -1.11 |
| San Miguel de El | 9,096 | 7% | 2,394 | 3.8 | 0.04 |



| | | | | | |
|---------------------------|----------------|-------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Faique | | | | | |
| Sondor | 8,399 | 7% | 2,232 | 3.8 | 0.43 |
| Sondorillo | 10,518 | 8% | 2,883 | 3.6 | 0.48 |
| Provincia Morropón | 159,693 | 100% | 43,176 | 3.7 | -0.15 |
| Chulucanas | 76,205 | 48% | 18,846 | 4.04 | 0.20 |
| Buenos Aires | 8,753 | 5% | 2,885 | 3.0 | -1.01 |
| Chalaco | 9,721 | 6% | 2,752 | 3.5 | -0.83 |
| La Matanza | 12,888 | 8% | 3,044 | 4.2 | 0.05 |
| Morropón | 14,421 | 9% | 4,079 | 3.5 | -0.11 |
| Salitral | 8,516 | 5% | 2,641 | 3.2 | 0.01 |
| San Juan de Bigote | 6,965 | 4% | 2,175 | 3.2 | -0.59 |
| Santa Catalina de Mossa | 4,289 | 3% | 1,376 | 3.1 | -0.42 |
| Santo Domingo | 7,957 | 5% | 2,630 | 3.0 | -1.09 |
| Yamango | 9,978 | 6% | 2,630 | 3.8 | -0.37 |
| Provincia Paita | 108,535 | 100% | 26,780 | 4.1 | 2.52 |
| Paita | 72,522 | 67% | 17,320 | 4.2 | 3.82 |
| Amotape | 2,305 | 2% | 589 | 3.9 | 0.26 |
| El Arenal | 1,092 | 1% | 322 | 3.4 | -0.82 |
| Colán | 12,332 | 11% | 3,311 | 3.7 | 0.39 |
| La Huaca | 10,867 | 10% | 2,679 | 4.1 | 1.20 |
| Tamarindo | 4,402 | 4% | 1,192 | 3.7 | 0.69 |
| Vichayal | 5,015 | 5% | 1,367 | 3.7 | -0.41 |
| Provincia Sullana | 287,680 | 100% | 67,934 | 4.23 | 1.44 |
| Sullana | 156,601 | 54% | 36,174 | 4.33 | 1.77 |
| Bellavista | 36,072 | 13% | 7,713 | 4.68 | 0.87 |
| Ignacio Escudero | 17,862 | 6% | 4,258 | 4.2 | 1.63 |
| Lancones | 13,119 | 5% | 3,626 | 3.6 | 0.28 |
| Marcavelica | 26,031 | 9% | 6,646 | 3.9 | 1.52 |
| Miguel Checa | 7,446 | 3% | 1,756 | 4.2 | 2.11 |
| Querecotillo | 24,452 | 8% | 6,182 | 4.0 | 0.60 |
| Salitral | 6,097 | 2% | 1,579 | 3.9 | 1.32 |
| Provincia Talara | 129,396 | 100% | 31,426 | 4.1 | 0.48 |
| Pariñas | 88,108 | 68% | 20,685 | 4.3 | 0.47 |
| El Alto | 7,137 | 6% | 1,836 | 3.9 | 0.05 |
| La Brea | 12,486 | 10% | 3,133 | 4.0 | -0.50 |
| Lobitos | 1,506 | 1% | 286 | 5.3 | 1.34 |
| Los Órganos | 9,612 | 7% | 2,695 | 3.6 | -0.07 |
| Máncora | 10,547 | 8% | 2,791 | 3.8 | 2.90 |
| Provincia Sechura | 62319 | 1 | 16559 | 3.763451899 | 2.705654908 |



| | | | | | |
|------------------------|--------|-----|-------|-----|------|
| Sechura | 32,965 | 53% | 9,012 | 3.7 | 3.85 |
| Bellavista de la Unión | 3,954 | 6% | 1,181 | 3.3 | 1.32 |
| Bernal | 6,449 | 10% | 1,736 | 3.7 | 1.79 |
| Cristo Nos Valga | 3,377 | 5% | 909 | 3.7 | 2.01 |
| Vice | 12,719 | 20% | 2,929 | 4.3 | 1.33 |
| Rinconada Llicuar | 2,855 | 5% | 792 | 3.6 | 1.60 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)- Resultados Definitivos del CPV 2005



ANEXO C: MEMORIA DE CALCULO

1.00 CALCULO DE LA POBLACION BENEFICIARIA

MEMORIA DE CÁLCULO (SISTEMA DE AGUA POTABLE)

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

1.00 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN BENEFICIARIA:

A. FÓRMULA MATEMÁTICA:

La Fórmula para proyectar la población es la proyección Geométrica

Fórmula:

$$Pf = Pi (1 + r/100)^t$$

Donde:

Pf : Población futura o población a estimarse

Pi : población inicial (año base 2016)

r : tasa de crecimiento

t : número de años (año a estimarse – año base)

B. PARÁMETROS DE DISEÑO:

Tasa de crecimiento

2.14%

Población de Sechura por Distritos, INEI 2007

Densidad de Vivienda (hab/viv)

4.31

Estudio socioeconómico

Horizonte del proyecto (t)

20

años

POBLACION POR SUB SECTORES

| Item | Localidad | Nº Total Lotes totales (2015) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|-------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 1 | 585 | 2521 | 3851 |
| 2 | SUB SECTOR 2 | 343 | 1478 | 2258 |
| 3 | SUB SECTOR 3 | 331 | 1427 | 2179 |
| 4 | SUB SECTOR 4 | 601 | 2590 | 3956 |
| 5 | SUB SECTOR 5 | 549 | 2366 | 3614 |
| 6 | SUB SECTOR 6 | 414 | 1784 | 2725 |
| 7 | SUB SECTOR 7 | 609 | 2625 | 4009 |
| 8 | SUB SECTOR 8 | 551 | 2375 | 3627 |
| 9 | SUB SECTOR 9 | 415 | 1789 | 2732 |
| 10 | SUB SECTOR 10 | 216 | 931 | 1422 |
| 11 | SUB SECTOR 11 | 416 | 1793 | 2738 |
| 12 | SUB SECTOR 12 | 635 | 2737 | 4180 |
| 13 | SUB SECTOR 13 | 554 | 2388 | 3647 |
| 14 | SUB SECTOR 14 | 599 | 2582 | 3943 |
| 15 | SUB SECTOR 15 | 705 | 3039 | 4641 |
| 16 | SUB SECTOR 16 | 640 | 2758 | 4213 |
| 17 | SUB SECTOR 17 | 694 | 2991 | 4568 |
| 18 | SUB SECTOR 18 | 257 | 1108 | 1692 |
| 19 | SUB SECTOR 19 | 551 | 2375 | 3627 |
| 20 | SUB SECTOR 20 | 745 | 3211 | 4904 |
| TOTAL | | 10,410 | 44,867 | 68,524 |



2.00 CALCULO DE LA POBLACION BENEFICIARIA POR SECTOR

MEMORIA DE CÁLCULO (SISTEMA DE AGUA POTABLE)

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

2.00 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN BENEFICIARIA POR SECTOR:

A. FÓRMULA MATEMÁTICA:

La Fórmula para proyectar la población es la proyección Geométrica

Fórmula:

$$P_f = P_i (1 + r/100)^t$$

Donde:

P_f : Población futura o población a estimarse

P_i : población inicial (año base 2016)

r : tasa de crecimiento

t : número de años (año a estimarse – año base)

B. PARÁMETROS DE DISEÑO:

Tasa de crecimiento

2.14%

Población de Sechura por Distritos, INEI 2007

Densidad de Vivienda (hab/viv)

4.31

Estudio socioeconómico

Horizonte del proyecto (t)

20

años

B.1 POBLACION SECTOR N°01 RESERVOIRIO "MANCO INCA" V= 2000 M3

| Item | Localidad | Nº Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|-------|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 1 | 585 | 2521 | 3851 |
| 2 | SUB SECTOR 2 | 343 | 1478 | 2258 |
| 3 | SUB SECTOR 3 | 331 | 1427 | 2179 |
| 4 | SUB SECTOR 4 | 601 | 2590 | 3956 |
| 5 | SUB SECTOR 7 | 609 | 2625 | 4009 |
| 6 | SUB SECTOR 8 | 551 | 2375 | 3627 |
| TOTAL | | 3020 | 13016 | 19879 |

B.2 POBLACION SECTOR N°02 RESERVOIRIO "SAN BERNARDO" V= 3000 M3

| Item | Localidad | Nº Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|-------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 5 | 549 | 2366 | 3614 |
| 2 | SUB SECTOR 6 | 414 | 1784 | 2725 |
| 3 | SUB SECTOR 9 | 415 | 1789 | 2732 |
| 4 | SUB SECTOR 10 | 216 | 931 | 1422 |
| 5 | SUB SECTOR 11 | 416 | 1793 | 2738 |
| 6 | SUB SECTOR 12 | 635 | 2737 | 4180 |
| 7 | SUB SECTOR 13 | 554 | 2388 | 3647 |
| 8 | SUB SECTOR 14 | 599 | 2582 | 3943 |
| 9 | SUB SECTOR 15 | 705 | 3039 | 4641 |
| 10 | SUB SECTOR 16 | 640 | 2758 | 4213 |
| TOTAL | | 5143 | 22166 | 33854 |

B.3 POBLACIÓN SECTOR N°03 RESERVOIRIO "EL INDIO" V= 1500 M3

| Item | Localidad | Nº Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|-------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SUB SECTOR 17 | 694 | 2991 | 4568 |
| 2 | SUB SECTOR 18 | 257 | 1108 | 1692 |
| 3 | SUB SECTOR 19 | 551 | 2375 | 3627 |
| 4 | SUB SECTOR 20 | 745 | 3211 | 4904 |
| TOTAL | | 2247 | 9685 | 14791 |

RESUMEN POBLACION POR SECTOR

| Item | SECTOR | Nº Total Lotes totales (2016) | Población actual (habitantes) | Población Futura (habitantes) |
|-------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | SECTOR N°01 - RESERVOIRIO "MANCO INCA" V= 2000 M3 | 3,020 | 13,016 | 19,879 |
| 2 | SECTOR N°02 - RESERVOIRIO "SAN BERNARDO" V= 3000 M3 | 5,143 | 22,166 | 33,854 |
| 3 | SECTOR N°03 - RESERVOIRIO "EL INDIO" V= 1500 M3 | 2,247 | 9,685 | 14,791 |
| TOTAL | | 10,410 | 44,867 | 68,524 |

"Sectorización para la Optimización Hidráulica de Redes de Distribución de Agua Potable Del Sector Operativo VI en el Distrito de Castilla-Piura"

Bach. Ing. Juan Alberto López Calle



3.00 CALCULO DE CAUDALES POR SECTOR

MEMORIA DE CÁLCULO (SISTEMA DE AGUA POTABLE)

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

3.00 CALCULO DE CAUDALES SEGÚN SECTOR:

A. PARÁMETROS DE DISEÑO

| | | |
|--|--------|---|
| Tasa de crecimiento | 2.14% | Población de Piura por Distritos, INEI 2007 |
| Densidad de Vivienda (hab/viv) | 4.31 | Estudio socioeconomico |
| Coefficiente de variación diaria (k1): | 1.30 | RNE |
| Coefficiente de variación horaria (k2): | 1.80 | RNE |
| Porcentaje de contribución al alcantarillado | 80% | RNE |
| Dotación neta domestico (lphd) | 220.00 | RNE |
| Horizonte del proyecto (años) | 20 | RNE |
| Horas de Bombeo | 17 | |

B. CAUDALES DE DISEÑO

| Año | RESERVORIOS | Población (hab) | Cobertura de agua potable (%) | Población servida c/agua potable | Qp (lps) | Qm d (lps) | Qm h (lps) | Qb (lps) |
|-------|--|-----------------|-------------------------------|----------------------------------|----------|------------|------------|----------|
| 1 | SECTOR N°01 - RESERVORIO "MANCO INCA" V= 2000 M3 | 19,879 | 100.00 | 19,879 | 50.6 | 65.80 | 91.11 | 92.90 |
| 2 | SECTOR N°02 - RESERVORIO "SAN BERNARDO" V= 3000 M3 | 33,854 | 100.00 | 33,854 | 86.2 | 112.06 | 155.16 | 158.21 |
| 3 | SECTOR N°03 - RESERVORIO "EL INDIÓ" V= 1500 M3 | 14,791 | 100.00 | 14,791 | 37.7 | 48.96 | 67.79 | 69.12 |
| TOTAL | | 68,524 | | 68,524 | 174 | 226.83 | 314.07 | 320.23 |

C. CAUDAL UNITARIO

| | |
|-----------------------|----------------|
| N° VIVIENDAS | 10410 viv |
| CAUDAL MAXIMO HORARIO | 314.07 lps |
| CAUDAL UNITARIO | 0.0302 lps/viv |



4.00 DIMENSIONES HIDRAULICAS DEL RESERVORIO ELEVADO “MANCO INCA”

MEMORIA DE CÁLCULO (SISTEMA DE AGUA POTABLE)

PROYECTO: “SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA”

**4. DIMENSIONES HIDRAULICAS DEL RESERVORIO ELEVADO
"MANCO INCA" R-2 V= 2000 M3**

I.- DATOS BASICOS DE DISEÑO:

| | | | | |
|------|---|---|--------|---------|
| 1.1 | Población de diseño servida | = | 19,879 | hab. |
| 1.2 | Dotación | = | 220.00 | l/hab/d |
| 1.3 | Coefficiente de Variación diaria (K1) | = | 1.30 | |
| 1.4 | Coefficiente de Variación horaria (K2) | = | 1.80 | |
| 1.5 | Caudal Máximo Diario (Qmd) | = | 65.80 | l/s |
| 1.6 | Caudal Promedio (Qp) | = | 50.62 | l/s |
| 1.7 | Caudal Máximo Horario (Qmh) | = | 91.11 | l/s |
| 1.8 | Volumen Contra Incendio para áreas de Vivienda (VCIV) | = | 50 | m3 |
| 1.10 | Porcentaje de Regulación | = | 35 | % |
| 1.11 | Porcentaje de Reserva | = | 6 | % |
| 1.12 | Nivel de Terreno (NIV.T) | = | 31.00 | msnm. |
| 1.13 | Nivel mínimo de Agua (NIV.min.) - (*) | = | 56.50 | msnm. |

II.- CRITERIOS DE CALCULO:

| | | | | |
|-----|--|---|-------------------|-----|
| 2.1 | Volumen de Almacenamiento (V) | = | V1 + V2 + VCI | |
| 2.2 | Volumen de Regulación (V1) | = | 35 | |
| 2.3 | Volumen de Reserva (V2) | = | 6 | |
| 2.4 | Relación entre el diámetro y la altura | = | D/H ≥ 2 | 2.3 |
| 2.5 | Altura min. y max. del tirante de Agua (H) | = | (2,5 < H < 8,0) m | |

III.- RESULTADOS:

| | | | | |
|-----|-------------------------------|---|---------|----|
| 3.1 | Volumen de Regulación (V1) | = | 1543.57 | m3 |
| 3.2 | Volumen de Reserva (V2) | = | 262.41 | m3 |
| 3.3 | Volumen Contra Incendio | = | 50.00 | m3 |
| 3.4 | Volumen de Almacenamiento (V) | = | 1855.98 | m3 |
| 3.5 | Volumen de Diseño | = | 2000.00 | m3 |
| 3.6 | Altura Util del Reservoirio | = | 8.60 | m |
| 3.7 | Diámetro del Reservoirio | = | 17.21 | m |

IV.- DIMENSIONES PARA EL DISEÑO:

| | | | | |
|------|------------------------------------|---|-------|-------|
| 4.1 | Diámetro Util del Reservoirio (D) | = | 23.00 | m |
| 4.2 | Radio (R) | = | 11.50 | m |
| 4.3 | Tirante de Agua Util (H) | = | 5.00 | m |
| 4.4 | Volumen Final de Almacenamiento | = | 2077 | m3 |
| 4.5 | Nivel máximo de Agua (NIV.max.) | = | 61.50 | msnm. |
| 4.6 | Diámetro interno del Fuste (DF) | = | 19.00 | m |
| 4.7 | Altura del Fuste (AF) | = | 23.50 | m |
| 4.8 | Diámetro de la tubería de Ingreso | = | 300 | mm |
| 4.9 | Diámetro de la tubería de Rebose | = | 350 | mm |
| 4.10 | Diámetro de la tubería de Limpia | = | 350 | mm |
| 4.11 | Diámetro de la tubería de Aducción | = | 350 | mm |
| 4.12 | Velocidad en la línea de Aducción | = | 0.95 | m/s |



5.00 DIMENSIONES HIDRAULICAS DEL RESERVORIO ELEVADO “SAN BERNARDO”

MEMORIA DE CÁLCULO (SISTEMA DE AGUA POTABLE)

PROYECTO: “SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA”

**5. DIMENSIONES HIDRAULICAS DEL RESERVORIO ELEVADO
SAN BERNARDO V= 3000 M3**

I.- DATOS BASICOS DE DISEÑO:

| | | | | |
|------|--|---|--------|---------|
| 1.1 | Población de diseño servida | = | 33,854 | hab. |
| 1.2 | Dotación | = | 220.00 | l/hab/d |
| 1.3 | Coefficiente de Variación diaria (K1) | = | 1.30 | |
| 1.4 | Coefficiente de Variación horaria (K2) | = | 1.80 | |
| 1.5 | Caudal Máximo Diario (Qmd) | = | 112.06 | l/s |
| 1.6 | Caudal Promedio (Qp) | = | 86.20 | l/s |
| 1.7 | Caudal Máximo Horario (Qmh) | = | 155.16 | l/s |
| 1.8 | Volumen Contra Incendio para áreas de Vivienda (VCI) | = | 50 | m3 |
| 1.10 | Porcentaje de Regulación | = | 35 | % |
| 1.11 | Porcentaje de Reserva | = | 6 | % |
| 1.12 | Nivel de Terreno (NIV. T) | = | 28.34 | msnm. |
| 1.13 | Nivel mínimo de Agua (NIV.min.) - (*) | = | 53.84 | msnm. |

II.- CRITERIOS DE CALCULO:

| | | | |
|-----|--|---|-------------------|
| 2.1 | Volumen de Almacenamiento (V) | = | V1 + V2 + VCI |
| 2.2 | Volumen de Regulación (V1) | = | 35 |
| 2.3 | Volumen de Reserva (V2) | = | 6 |
| 2.4 | Relación entre el diámetro y la altura | = | D/H >= 2 |
| 2.5 | Altura min. y max. del tirante de Agua (H) | = | (2,5 < H < 8,0) m |
| | | | 3.150684932 |

III.- RESULTADOS:

| | | | | |
|-----|-------------------------------------|---|---------|----|
| 3.1 | Volumen de Regulación (V1) | = | 2628.67 | m3 |
| 3.2 | Volumen de Reserva (V2) | = | 446.87 | m3 |
| 3.3 | Volumen Contra Incendio | = | 50.00 | m3 |
| 3.4 | Volumen de Almacenamiento total (V) | = | 3125.54 | m3 |
| 3.6 | Volumen de Diseño proyectado | = | 3000.00 | m3 |
| 3.7 | Altura Util del Reservoirio | = | 9.85 | m |
| 3.8 | Diámetro del Reservoirio | = | 19.69 | m |

IV.- DIMENSIONES PARA EL DISEÑO:

| | | | | |
|------|------------------------------------|---|-------|-------|
| 4.1 | Diámetro Util del Reservoirio (D) | = | 23.00 | m |
| 4.2 | Radio (R) | = | 11.50 | m |
| 4.3 | Tirante de Agua Util (H) | = | 7.30 | m |
| 4.4 | Volumen Final de Almacenamiento | = | 3033 | m3 |
| 4.5 | Nivel máximo de Agua (NIV.max.) | = | 61.14 | msnm. |
| 4.6 | Diámetro interno del Fuste (DF) | = | 19.00 | m |
| 4.7 | Altura del Fuste (AF) | = | 23.50 | m |
| 4.8 | Diámetro de la tubería de Ingreso | = | 300 | mm |
| 4.9 | Diámetro de la tubería de Rebose | = | 350 | mm |
| 4.10 | Diámetro de la tubería de Limpia | = | 350 | mm |
| 4.11 | Diámetro de la tubería de Aducción | = | 350 | mm |
| 4.12 | Velocidad en la línea de Aducción | = | 1.61 | m/s |



6.00 DIMENSIONES HIDRAULICAS DEL RESERVORIO ELEVADO “EL INDIO”

MEMORIA DE CÁLCULO (SISTEMA DE AGUA POTABLE)

PROYECTO: “SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA”

6. DIMENSIONES HIDRAULICAS DEL RESERVORIO ELEVADO "EL INDIO" V= 1500 M3

I.- DATOS BASICOS DE DISEÑO:

| | | | | |
|------|---|---|--------|---------|
| 1.1 | Población de diseño servida | = | 14,791 | hab. |
| 1.2 | Dotación | = | 220.00 | l/hab/d |
| 1.3 | Coefficiente de Variación diaria (K1) | = | 1.30 | |
| 1.4 | Coefficiente de Variación horaria (K2) | = | 1.80 | |
| 1.5 | Caudal Máximo Diario (Qmd) | = | 48.96 | l/s |
| 1.6 | Caudal Promedio (Qp) | = | 37.66 | l/s |
| 1.7 | Caudal Máximo Horario (Qmh) | = | 67.79 | l/s |
| 1.8 | Volumen Contra Incendio para áreas de Vivienda (VCIv) | = | 50 | m3 |
| 1.10 | Porcentaje de Regulación | = | 35 | % |
| 1.11 | Porcentaje de Reserva | = | 6 | % |
| 1.12 | Nivel de Terreno (NIV.T) | = | 47.46 | msnm. |
| 1.13 | Nivel mínimo de Agua (NIV.min.) - (*) | = | 51.49 | msnm. |

II.- CRITERIOS DE CALCULO:

| | | | |
|-----|--|---|-------------------|
| 2.1 | Volumen de Almacenamiento (V) | = | V1 + V2 + VCI |
| 2.2 | Volumen de Regulación (V1) | = | 35 |
| 2.3 | Volumen de Reserva (V2) | = | 6 |
| 2.4 | Relación entre el diámetro y la altura | = | D/H >= 2 |
| 2.5 | Altura min. y max. del tirante de Agua (H) | = | (2,5 < H < 8,0) m |

4

III.- RESULTADOS:

| | | | | |
|-----|-------------------------------|---|---------|----|
| 3.1 | Volumen de Regulación (V1) | = | 1148.48 | m3 |
| 3.2 | Volumen de Reserva (V2) | = | 195.24 | m3 |
| 3.3 | Volumen Contra Incendio | = | 50.00 | m3 |
| 3.4 | Volumen de Almacenamiento (V) | = | 1393.72 | m3 |
| 3.6 | Volumen de Diseño | = | 1500.00 | m3 |
| 3.7 | Altura Util del Reservoirio | = | 7.82 | m |
| 3.8 | Diámetro del Reservoirio | = | 15.63 | m |

IV.- DIMENSIONES PARA EL DISEÑO:

| | | | | |
|------|------------------------------------|---|-------|-------|
| 4.1 | Diámetro Util del Reservoirio (D) | = | 20.00 | m |
| 4.2 | Radio (R) | = | 10.00 | m |
| 4.3 | Tirante de Agua Util (H) | = | 5.00 | m |
| 4.4 | Volumen Final de Almacenamiento | = | 1571 | m3 |
| 4.5 | Nivel máximo de Agua (NIV.max.) | = | 56.49 | msnm. |
| 4.6 | Diámetro interno del Fuste (DF) | = | 16.00 | m |
| 4.7 | Altura del Fuste (AF) | = | 23.50 | m |
| 4.8 | Diámetro de la tubería de Ingreso | = | 200 | mm |
| 4.9 | Diámetro de la tubería de Rebose | = | 250 | mm |
| 4.10 | Diámetro de la tubería de Limpia | = | 250 | mm |
| 4.11 | Diámetro de la tubería de Aducción | = | 250 | mm |
| 4.12 | Velocidad en la línea de Aducción | = | 1.38 | m/s |



REPORTE DE NUDOS

MEMORIA DE CALCULO SISTEMA DE AGUA
POTABLE

7. CÁLCULO DE LAS REDES DE AGUA POTABLE DEL
SECTOR OPERATIVO VI

La simulación hidráulica se ha realizado con el software watercad V8i, siendo el método utilizado para la determinación de los caudales de influencia en cada nudo es la asignación de consumos por cada lote al nudo más cercano, realizado con el software watercad (ver plano de presiones). Siendo los resultados los siguientes:

REPORTE DE NUDOS

| Label | Elevation (m) | Demand (L/s) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H ₂ O) | Hydraulic Grade (Maximum) (m) |
|-------|------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------------|--|
| J-1 | 30.44 | 0.51 | 50.18 | 19.69 | 50.18 |
| J-2 | 30.00 | 0.75 | 49.68 | 19.64 | 49.68 |
| J-3 | 29.30 | 0.94 | 49.35 | 20.01 | 49.35 |
| J-4 | 28.99 | 0.94 | 48.99 | 19.96 | 48.99 |
| J-5 | 28.40 | 0.82 | 48.76 | 20.31 | 48.76 |
| J-6 | 28.00 | 0.66 | 48.60 | 20.56 | 48.60 |
| J-7 | 27.53 | 0.66 | 48.53 | 20.96 | 48.53 |
| J-8 | 27.40 | 0.69 | 48.49 | 21.05 | 48.49 |
| J-9 | 26.98 | 0.60 | 48.48 | 21.46 | 48.48 |
| J-10 | 26.58 | 0.09 | 48.48 | 21.86 | 48.48 |
| J-11 | 26.20 | 0.72 | 48.42 | 22.18 | 48.42 |
| J-12 | 26.25 | 0.03 | 48.42 | 22.12 | 48.42 |
| J-13 | 26.81 | 1.36 | 48.41 | 21.55 | 48.41 |
| J-14 | 26.00 | 1.00 | 48.36 | 22.31 | 48.36 |
| J-15 | 27.50 | 1.54 | 48.44 | 20.90 | 48.44 |
| J-16 | 25.00 | 0.91 | 48.39 | 23.35 | 48.39 |
| J-17 | 27.67 | 1.72 | 48.45 | 20.74 | 48.45 |
| J-18 | 27.77 | 1.30 | 48.46 | 20.65 | 48.46 |
| J-19 | 26.51 | 0.78 | 48.43 | 21.87 | 48.43 |
| J-20 | 26.50 | 1.00 | 48.40 | 21.85 | 48.40 |
| J-21 | 28.14 | 0.82 | 48.97 | 20.79 | 48.97 |
| J-22 | 28.98 | 0.69 | 49.34 | 20.32 | 49.34 |



| | | | | | |
|------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-23 | 29.50 | 0.60 | 49.66 | 20.12 | 49.66 |
| J-24 | 29.04 | 0.15 | 50.17 | 21.10 | 50.17 |
| J-25 | 26.50 | 0.06 | 53.19 | 26.64 | 53.19 |
| J-26 | 26.50 | 0.30 | 53.19 | 26.64 | 53.19 |
| J-27 | 26.56 | 0.82 | 53.20 | 26.59 | 53.20 |
| J-28 | 26.87 | 0.51 | 53.20 | 26.27 | 53.20 |
| J-29 | 26.89 | 0.39 | 53.20 | 26.25 | 53.20 |
| J-30 | 27.23 | 0.88 | 53.20 | 25.91 | 53.20 |
| J-31 | 27.69 | 0.82 | 53.20 | 25.46 | 53.20 |
| J-32 | 27.89 | 0.39 | 53.19 | 25.26 | 53.19 |
| J-33 | 27.91 | 0.18 | 53.19 | 25.24 | 53.19 |
| J-34 | 27.50 | 0.39 | 53.19 | 25.64 | 53.19 |
| J-35 | 27.43 | 0.33 | 53.19 | 25.71 | 53.19 |
| J-36 | 27.00 | 0.39 | 53.19 | 26.14 | 53.19 |
| J-37 | 28.50 | 0.27 | 53.20 | 24.65 | 53.20 |
| J-38 | 28.21 | 0.51 | 53.22 | 24.95 | 53.22 |
| J-39 | 27.79 | 0.51 | 53.27 | 25.43 | 53.27 |
| J-40 | 27.71 | 0.51 | 53.26 | 25.50 | 53.26 |
| J-41 | 27.32 | 0.69 | 53.24 | 25.87 | 53.24 |
| J-42 | 26.61 | 0.09 | 53.23 | 26.56 | 53.23 |
| J-43 | 26.51 | 0.51 | 53.22 | 26.65 | 53.22 |
| J-44 | 26.49 | 0.54 | 53.20 | 26.66 | 53.20 |
| J-45 | 26.14 | 0.42 | 53.20 | 27.00 | 53.20 |
| J-46 | 27.00 | 0.48 | 53.28 | 26.22 | 53.28 |
| J-47 | 27.37 | 0.51 | 53.38 | 25.96 | 53.38 |
| J-48 | 27.90 | 0.63 | 53.40 | 25.45 | 53.40 |
| J-49 | 27.93 | 0.30 | 53.43 | 25.44 | 53.43 |
| J-50 | 27.40 | 0.48 | 53.43 | 25.98 | 53.43 |
| J-51 | 26.77 | 0.39 | 53.27 | 26.44 | 53.27 |
| J-52 | 26.45 | 0.12 | 53.29 | 26.78 | 53.29 |
| J-53 | 26.65 | 0.27 | 53.31 | 26.61 | 53.31 |
| J-54 | 26.72 | 0.60 | 53.44 | 26.67 | 53.44 |
| J-55 | 27.19 | 0.27 | 53.46 | 26.21 | 53.46 |
| J-56 | 27.10 | 0.60 | 53.47 | 26.32 | 53.47 |
| J-57 | 26.97 | 1.27 | 53.49 | 26.47 | 53.49 |
| J-58 | 27.62 | 0.78 | 53.52 | 25.85 | 53.52 |
| J-59 | 28.31 | 0.66 | 53.91 | 25.55 | 53.91 |
| J-60 | 28.02 | 0.48 | 53.63 | 25.56 | 53.63 |
| J-61 | 28.06 | 0.51 | 53.57 | 25.45 | 53.57 |
| J-62 | 28.47 | 0.27 | 53.56 | 25.05 | 53.56 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-63 | 29.00 | 0.24 | 53.67 | 24.62 | 53.67 |
| J-64 | 28.84 | 0.09 | 53.98 | 25.09 | 53.98 |
| J-65 | 27.00 | 1.03 | 53.45 | 26.39 | 53.45 |
| J-66 | 27.94 | 0.21 | 50.48 | 22.49 | 50.48 |
| J-67 | 27.89 | 0.42 | 50.48 | 22.54 | 50.48 |
| J-68 | 28.50 | 0.27 | 50.48 | 21.94 | 50.48 |
| J-69 | 28.81 | 0.63 | 50.48 | 21.62 | 50.48 |
| J-70 | 29.31 | 0.36 | 50.48 | 21.12 | 50.48 |
| J-71 | 29.45 | 0.42 | 50.48 | 20.99 | 50.48 |
| J-72 | 29.50 | 0.42 | 50.49 | 20.95 | 50.49 |
| J-73 | 29.50 | 0.30 | 50.50 | 20.96 | 50.50 |
| J-74 | 30.00 | 0.88 | 50.53 | 20.48 | 50.53 |
| J-75 | 31.13 | 0.45 | 50.69 | 19.52 | 50.69 |
| J-76 | 31.00 | 0.42 | 50.58 | 19.55 | 50.58 |
| J-77 | 30.45 | 0.15 | 50.55 | 20.06 | 50.55 |
| J-78 | 30.00 | 0.33 | 50.53 | 20.48 | 50.53 |
| J-79 | 29.12 | 0.36 | 50.51 | 21.34 | 50.51 |
| J-80 | 29.00 | 0.30 | 50.49 | 21.45 | 50.49 |
| J-81 | 28.50 | 0.33 | 50.49 | 21.94 | 50.49 |
| J-82 | 28.44 | 0.66 | 50.48 | 22.00 | 50.48 |
| J-83 | 29.37 | 0.30 | 50.48 | 21.07 | 50.48 |
| J-84 | 29.16 | 0.24 | 50.48 | 21.28 | 50.48 |
| J-85 | 29.10 | 0.30 | 50.48 | 21.34 | 50.48 |
| J-86 | 29.05 | 0.60 | 50.48 | 21.39 | 50.48 |
| J-87 | 29.65 | 0.39 | 50.48 | 20.79 | 50.48 |
| J-88 | 30.04 | 0.48 | 50.48 | 20.40 | 50.48 |
| J-89 | 30.40 | 0.42 | 50.49 | 20.05 | 50.49 |
| J-90 | 30.88 | 0.00 | 50.50 | 19.58 | 50.50 |
| J-91 | 30.49 | 0.09 | 50.51 | 19.99 | 50.51 |
| J-92 | 30.52 | 0.30 | 50.52 | 19.97 | 50.52 |
| J-93 | 31.34 | 0.45 | 50.57 | 19.19 | 50.57 |
| J-94 | 30.73 | 0.42 | 50.51 | 19.75 | 50.51 |
| J-95 | 30.69 | 0.42 | 50.51 | 19.79 | 50.51 |
| J-96 | 30.22 | 0.78 | 50.49 | 20.23 | 50.49 |
| J-97 | 29.78 | 0.69 | 50.48 | 20.66 | 50.48 |
| J-98 | 28.97 | 0.69 | 50.49 | 21.47 | 50.49 |
| J-99 | 29.47 | 0.78 | 50.50 | 20.98 | 50.50 |
| J-100 | 30.00 | 0.39 | 50.52 | 20.48 | 50.52 |
| J-101 | 30.00 | 0.39 | 50.53 | 20.49 | 50.53 |
| J-102 | 30.25 | 0.54 | 50.51 | 20.21 | 50.51 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-103 | 30.04 | 0.69 | 50.49 | 20.41 | 50.49 |
| J-104 | 30.22 | 0.15 | 50.51 | 20.25 | 50.51 |
| J-105 | 29.64 | 0.69 | 50.48 | 20.79 | 50.48 |
| J-106 | 28.55 | 0.30 | 50.48 | 21.89 | 50.48 |
| J-107 | 28.96 | 0.24 | 50.48 | 21.48 | 50.48 |
| J-108 | 28.82 | 0.27 | 50.48 | 21.62 | 50.48 |
| J-109 | 28.31 | 0.42 | 53.86 | 25.50 | 53.86 |
| J-110 | 27.88 | 0.72 | 53.61 | 25.68 | 53.61 |
| J-111 | 28.30 | 0.06 | 53.55 | 25.19 | 53.55 |
| J-112 | 27.26 | 0.45 | 53.53 | 26.22 | 53.53 |
| J-113 | 27.43 | 0.18 | 53.50 | 26.02 | 53.50 |
| J-114 | 27.63 | 0.75 | 53.46 | 25.78 | 53.46 |
| J-115 | 27.56 | 1.12 | 53.42 | 25.80 | 53.42 |
| J-116 | 28.02 | 0.82 | 53.40 | 25.33 | 53.40 |
| J-117 | 27.88 | 0.94 | 53.39 | 25.46 | 53.39 |
| J-118 | 27.99 | 0.30 | 53.39 | 25.35 | 53.39 |
| J-119 | 28.45 | 0.51 | 53.39 | 24.89 | 53.39 |
| J-120 | 29.70 | 0.15 | 53.40 | 23.65 | 53.40 |
| J-121 | 31.00 | 0.54 | 53.40 | 22.35 | 53.40 |
| J-122 | 30.00 | 0.82 | 53.43 | 23.38 | 53.43 |
| J-123 | 29.63 | 0.88 | 53.47 | 23.79 | 53.47 |
| J-124 | 29.36 | 0.42 | 53.54 | 24.14 | 53.54 |
| J-125 | 29.30 | 0.33 | 53.55 | 24.20 | 53.55 |
| J-126 | 28.46 | 0.36 | 53.71 | 25.19 | 53.71 |
| J-127 | 28.43 | 0.69 | 53.75 | 25.26 | 53.75 |
| J-128 | 28.87 | 1.54 | 53.58 | 24.66 | 53.58 |
| J-129 | 29.97 | 0.30 | 53.43 | 23.41 | 53.43 |
| J-130 | 30.06 | 1.06 | 53.42 | 23.32 | 53.42 |
| J-131 | 29.87 | 1.03 | 53.40 | 23.49 | 53.40 |
| J-132 | 29.64 | 0.24 | 53.40 | 23.71 | 53.40 |
| J-133 | 29.81 | 0.91 | 53.40 | 23.54 | 53.40 |
| J-134 | 30.46 | 0.15 | 53.40 | 22.89 | 53.40 |
| J-135 | 31.00 | 0.33 | 53.40 | 22.36 | 53.40 |
| J-136 | 30.50 | 0.30 | 53.43 | 22.88 | 53.43 |
| J-137 | 31.04 | 0.30 | 47.73 | 16.66 | 47.73 |
| J-138 | 30.67 | 0.42 | 47.72 | 17.01 | 47.72 |
| J-139 | 28.80 | 0.39 | 47.71 | 18.87 | 47.71 |
| J-140 | 28.92 | 0.24 | 47.70 | 18.74 | 47.70 |
| J-141 | 29.21 | 0.51 | 47.70 | 18.45 | 47.70 |
| J-142 | 30.07 | 0.27 | 47.70 | 17.59 | 47.70 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-143 | 30.28 | 0.18 | 47.70 | 17.38 | 47.70 |
| J-144 | 30.10 | 0.39 | 47.70 | 17.56 | 47.70 |
| J-145 | 30.87 | 0.51 | 47.70 | 16.80 | 47.70 |
| J-146 | 31.01 | 0.12 | 47.70 | 16.66 | 47.70 |
| J-147 | 30.81 | 0.60 | 47.70 | 16.85 | 47.70 |
| J-148 | 29.45 | 0.69 | 47.70 | 18.22 | 47.70 |
| J-149 | 28.35 | 0.06 | 47.71 | 19.32 | 47.71 |
| J-150 | 28.87 | 0.72 | 47.71 | 18.80 | 47.71 |
| J-151 | 30.00 | 0.42 | 47.71 | 17.67 | 47.71 |
| J-152 | 30.48 | 1.03 | 47.71 | 17.19 | 47.71 |
| J-153 | 30.64 | 1.00 | 47.72 | 17.05 | 47.72 |
| J-154 | 30.48 | 1.00 | 47.75 | 17.23 | 47.75 |
| J-155 | 31.00 | 0.48 | 47.77 | 16.73 | 47.77 |
| J-156 | 30.23 | 0.69 | 47.85 | 17.59 | 47.85 |
| J-157 | 30.73 | 0.36 | 47.93 | 17.17 | 47.93 |
| J-158 | 31.83 | 0.27 | 48.10 | 16.24 | 48.10 |
| J-159 | 31.92 | 0.69 | 47.94 | 15.98 | 47.94 |
| J-160 | 32.00 | 0.54 | 47.82 | 15.79 | 47.82 |
| J-161 | 31.93 | 0.75 | 47.78 | 15.82 | 47.78 |
| J-162 | 30.50 | 1.48 | 47.71 | 17.18 | 47.71 |
| J-163 | 31.29 | 0.88 | 47.73 | 16.41 | 47.73 |
| J-164 | 30.78 | 0.82 | 47.74 | 16.93 | 47.74 |
| J-165 | 30.00 | 1.51 | 47.73 | 17.69 | 47.73 |
| J-166 | 30.45 | 0.75 | 47.89 | 17.41 | 47.89 |
| J-167 | 30.00 | 1.36 | 47.80 | 17.76 | 47.80 |
| J-168 | 28.51 | 0.48 | 55.84 | 27.27 | 55.84 |
| J-169 | 29.94 | 0.97 | 55.83 | 25.84 | 55.83 |
| J-170 | 31.03 | 0.75 | 55.83 | 24.75 | 55.83 |
| J-171 | 31.00 | 0.82 | 55.83 | 24.78 | 55.83 |
| J-172 | 30.50 | 0.88 | 55.84 | 25.29 | 55.84 |
| J-173 | 30.47 | 0.82 | 55.89 | 25.36 | 55.89 |
| J-174 | 30.26 | 0.57 | 56.10 | 25.80 | 56.10 |
| J-175 | 30.58 | 0.51 | 56.17 | 25.53 | 56.17 |
| J-176 | 31.48 | 0.24 | 56.21 | 24.68 | 56.21 |
| J-177 | 31.50 | 0.45 | 56.22 | 24.67 | 56.22 |
| J-178 | 31.39 | 0.15 | 56.26 | 24.81 | 56.26 |
| J-179 | 31.00 | 0.39 | 56.29 | 25.24 | 56.29 |
| J-180 | 30.66 | 0.42 | 56.19 | 25.48 | 56.19 |
| J-181 | 30.69 | 0.60 | 56.19 | 25.44 | 56.19 |
| J-182 | 30.76 | 1.09 | 56.14 | 25.33 | 56.14 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-183 | 31.19 | 0.97 | 55.83 | 24.59 | 55.83 |
| J-184 | 31.50 | 1.12 | 55.82 | 24.27 | 55.82 |
| J-185 | 31.50 | 1.12 | 55.82 | 24.28 | 55.82 |
| J-186 | 30.93 | 1.03 | 55.84 | 24.86 | 55.84 |
| J-187 | 30.50 | 0.75 | 55.90 | 25.34 | 55.90 |
| J-188 | 31.02 | 0.97 | 56.15 | 25.08 | 56.15 |
| J-189 | 29.32 | 1.00 | 55.88 | 26.50 | 55.88 |
| J-190 | 28.50 | 0.45 | 55.87 | 27.32 | 55.87 |
| J-191 | 31.42 | 0.12 | 55.83 | 24.36 | 55.83 |
| J-192 | 31.32 | 0.51 | 52.23 | 20.86 | 52.23 |
| J-193 | 31.01 | 0.72 | 51.68 | 20.62 | 51.68 |
| J-194 | 31.09 | 0.51 | 51.51 | 20.38 | 51.51 |
| J-195 | 30.10 | 0.66 | 51.39 | 21.25 | 51.39 |
| J-196 | 28.31 | 0.33 | 51.35 | 23.00 | 51.35 |
| J-197 | 28.06 | 0.66 | 51.34 | 23.23 | 51.34 |
| J-198 | 28.28 | 0.85 | 51.34 | 23.02 | 51.34 |
| J-199 | 28.37 | 0.82 | 51.34 | 22.92 | 51.34 |
| J-200 | 29.19 | 1.51 | 51.42 | 22.19 | 51.42 |
| J-201 | 29.52 | 0.45 | 51.48 | 21.92 | 51.48 |
| J-202 | 31.00 | 0.57 | 51.66 | 20.61 | 51.66 |
| J-203 | 30.80 | 0.72 | 51.77 | 20.93 | 51.77 |
| J-204 | 30.99 | 0.09 | 52.39 | 21.37 | 52.39 |
| J-205 | 31.33 | 1.27 | 51.46 | 20.09 | 51.46 |
| J-206 | 31.22 | 1.18 | 51.43 | 20.17 | 51.43 |
| J-207 | 31.17 | 1.15 | 51.44 | 20.22 | 51.44 |
| J-208 | 30.00 | 1.45 | 51.39 | 21.35 | 51.39 |
| J-209 | 29.50 | 1.36 | 51.40 | 21.85 | 51.40 |
| J-210 | 28.00 | 0.85 | 51.31 | 23.27 | 51.31 |
| J-211 | 27.51 | 0.36 | 51.31 | 23.75 | 51.31 |
| J-212 | 27.50 | 0.45 | 51.31 | 23.76 | 51.31 |
| J-213 | 27.74 | 0.66 | 51.31 | 23.53 | 51.31 |
| J-214 | 28.12 | 0.39 | 51.30 | 23.13 | 51.30 |
| J-215 | 28.21 | 0.27 | 51.29 | 23.03 | 51.29 |
| J-216 | 28.08 | 0.15 | 51.30 | 23.17 | 51.30 |
| J-217 | 29.69 | 0.33 | 52.03 | 22.30 | 52.03 |
| J-218 | 30.95 | 0.39 | 52.06 | 21.06 | 52.06 |
| J-219 | 30.80 | 0.51 | 52.11 | 21.27 | 52.11 |
| J-220 | 30.50 | 0.36 | 52.22 | 21.68 | 52.22 |
| J-221 | 31.02 | 0.15 | 52.38 | 21.32 | 52.38 |
| J-222 | 31.07 | 0.42 | 52.20 | 21.09 | 52.20 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-223 | 31.50 | 0.42 | 52.11 | 20.56 | 52.11 |
| J-224 | 30.56 | 0.42 | 52.08 | 21.47 | 52.08 |
| J-225 | 30.50 | 0.63 | 52.08 | 21.53 | 52.08 |
| J-226 | 30.00 | 1.18 | 52.05 | 22.00 | 52.05 |
| J-227 | 30.00 | 0.30 | 52.02 | 21.98 | 52.02 |
| J-228 | 29.95 | 0.48 | 52.02 | 22.03 | 52.02 |
| J-229 | 29.50 | 0.45 | 52.02 | 22.47 | 52.02 |
| J-230 | 29.50 | 0.45 | 52.02 | 22.47 | 52.02 |
| J-231 | 30.47 | 0.63 | 52.02 | 21.51 | 52.02 |
| J-232 | 31.00 | 0.60 | 52.04 | 21.00 | 52.04 |
| J-233 | 31.00 | 0.72 | 52.04 | 20.99 | 52.04 |
| J-234 | 29.98 | 0.60 | 52.03 | 22.01 | 52.03 |
| J-235 | 29.61 | 0.45 | 52.02 | 22.37 | 52.02 |
| J-236 | 30.56 | 0.94 | 52.07 | 21.47 | 52.07 |
| J-237 | 30.50 | 0.85 | 52.13 | 21.59 | 52.13 |
| J-238 | 31.66 | 0.48 | 52.06 | 20.36 | 52.06 |
| J-239 | 31.92 | 0.39 | 52.05 | 20.09 | 52.05 |
| J-240 | 31.81 | 0.45 | 52.05 | 20.20 | 52.05 |
| J-241 | 31.66 | 0.94 | 52.04 | 20.34 | 52.04 |
| J-242 | 29.98 | 0.51 | 52.01 | 21.99 | 52.01 |
| J-243 | 30.13 | 0.48 | 52.01 | 21.83 | 52.01 |
| J-244 | 30.11 | 0.33 | 52.01 | 21.86 | 52.01 |
| J-245 | 29.82 | 0.18 | 52.02 | 22.15 | 52.02 |
| J-246 | 30.24 | 0.45 | 52.04 | 21.76 | 52.04 |
| J-247 | 30.31 | 0.45 | 52.05 | 21.70 | 52.05 |
| J-248 | 30.01 | 0.39 | 52.05 | 21.99 | 52.05 |
| J-249 | 30.02 | 0.18 | 52.05 | 21.99 | 52.05 |
| J-250 | 31.36 | 0.45 | 52.07 | 20.66 | 52.07 |
| J-251 | 29.50 | 0.42 | 52.01 | 22.47 | 52.01 |
| J-252 | 29.50 | 0.33 | 52.01 | 22.47 | 52.01 |
| J-253 | 29.50 | 0.18 | 52.01 | 22.47 | 52.01 |
| J-254 | 29.76 | 0.12 | 52.01 | 22.21 | 52.01 |
| J-255 | 27.98 | 0.42 | 52.28 | 24.25 | 52.28 |
| J-256 | 27.84 | 0.57 | 52.28 | 24.39 | 52.28 |
| J-257 | 28.29 | 0.42 | 52.28 | 23.94 | 52.28 |
| J-258 | 29.97 | 0.09 | 52.28 | 22.27 | 52.28 |
| J-259 | 31.25 | 0.42 | 52.29 | 21.00 | 52.29 |
| J-260 | 29.48 | 0.72 | 52.28 | 22.76 | 52.28 |
| J-261 | 27.98 | 0.88 | 52.28 | 24.25 | 52.28 |
| J-262 | 27.50 | 0.51 | 52.28 | 24.73 | 52.28 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-263 | 27.50 | 0.48 | 52.28 | 24.73 | 52.28 |
| J-264 | 28.03 | 0.45 | 52.29 | 24.21 | 52.29 |
| J-265 | 28.83 | 0.21 | 52.30 | 23.42 | 52.30 |
| J-266 | 30.83 | 0.51 | 52.31 | 21.44 | 52.31 |
| J-267 | 30.92 | 0.39 | 52.33 | 21.37 | 52.33 |
| J-268 | 31.03 | 0.15 | 52.39 | 21.31 | 52.39 |
| J-269 | 31.35 | 0.33 | 52.33 | 20.94 | 52.33 |
| J-270 | 31.16 | 0.78 | 52.30 | 21.10 | 52.30 |
| J-271 | 30.01 | 0.85 | 52.29 | 22.24 | 52.29 |
| J-272 | 30.17 | 0.75 | 52.29 | 22.07 | 52.29 |
| J-273 | 29.07 | 0.72 | 52.28 | 23.16 | 52.28 |
| J-274 | 31.50 | 0.33 | 52.30 | 20.76 | 52.30 |
| J-275 | 28.92 | 0.18 | 48.08 | 19.13 | 48.08 |
| J-276 | 30.90 | 0.39 | 48.08 | 17.15 | 48.08 |
| J-277 | 30.81 | 0.24 | 48.08 | 17.24 | 48.08 |
| J-278 | 31.00 | 0.12 | 48.08 | 17.05 | 48.08 |
| J-279 | 31.15 | 0.24 | 48.09 | 16.90 | 48.09 |
| J-280 | 31.00 | 0.54 | 48.09 | 17.05 | 48.09 |
| J-281 | 30.43 | 0.39 | 48.09 | 17.62 | 48.09 |
| J-282 | 29.00 | 0.36 | 48.09 | 19.05 | 48.09 |
| J-283 | 28.96 | 0.48 | 48.09 | 19.09 | 48.09 |
| J-284 | 28.99 | 0.39 | 48.10 | 19.07 | 48.10 |
| J-285 | 29.09 | 0.36 | 48.11 | 18.99 | 48.11 |
| J-286 | 29.89 | 0.36 | 48.15 | 18.23 | 48.15 |
| J-287 | 29.96 | 0.15 | 48.20 | 18.21 | 48.20 |
| J-288 | 30.13 | 0.30 | 48.22 | 18.05 | 48.22 |
| J-289 | 30.08 | 0.51 | 48.15 | 18.03 | 48.15 |
| J-290 | 30.97 | 0.94 | 48.15 | 17.15 | 48.15 |
| J-291 | 32.00 | 0.36 | 48.14 | 16.11 | 48.14 |
| J-292 | 31.83 | 0.42 | 48.11 | 16.25 | 48.11 |
| J-293 | 31.53 | 0.30 | 48.10 | 16.53 | 48.10 |
| J-294 | 31.50 | 0.27 | 48.09 | 16.56 | 48.09 |
| J-295 | 30.50 | 0.72 | 48.09 | 17.55 | 48.09 |
| J-296 | 30.52 | 0.75 | 48.09 | 17.54 | 48.09 |
| J-297 | 31.20 | 0.82 | 48.11 | 16.88 | 48.11 |
| J-298 | 31.07 | 0.54 | 48.28 | 17.17 | 48.28 |
| J-299 | 32.00 | 0.24 | 48.46 | 16.42 | 48.46 |
| J-300 | 29.77 | 0.60 | 48.11 | 18.30 | 48.11 |
| J-301 | 29.89 | 0.88 | 48.09 | 18.17 | 48.09 |
| J-302 | 29.60 | 0.63 | 48.09 | 18.45 | 48.09 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-303 | 30.00 | 0.18 | 51.02 | 20.98 | 51.02 |
| J-304 | 30.19 | 0.24 | 51.02 | 20.79 | 51.02 |
| J-305 | 31.09 | 0.48 | 51.02 | 19.89 | 51.02 |
| J-306 | 32.00 | 0.30 | 51.03 | 18.99 | 51.03 |
| J-307 | 31.75 | 0.91 | 51.05 | 19.26 | 51.05 |
| J-308 | 30.50 | 0.82 | 51.46 | 20.92 | 51.46 |
| J-309 | 31.50 | 0.42 | 51.20 | 19.66 | 51.20 |
| J-310 | 31.50 | 0.51 | 51.10 | 19.56 | 51.10 |
| J-311 | 31.04 | 1.03 | 51.05 | 19.98 | 51.05 |
| J-312 | 28.61 | 0.69 | 51.01 | 22.35 | 51.01 |
| J-313 | 28.50 | 0.45 | 51.03 | 22.49 | 51.03 |
| J-314 | 29.48 | 0.91 | 51.05 | 21.54 | 51.05 |
| J-315 | 29.59 | 0.42 | 51.10 | 21.46 | 51.10 |
| J-316 | 29.87 | 0.24 | 51.15 | 21.24 | 51.15 |
| J-317 | 30.00 | 0.69 | 51.15 | 21.11 | 51.15 |
| J-318 | 29.92 | 0.60 | 51.03 | 21.07 | 51.03 |
| J-319 | 30.00 | 0.36 | 51.02 | 20.98 | 51.02 |
| J-320 | 30.26 | 0.30 | 51.02 | 20.72 | 51.02 |
| J-321 | 30.90 | 0.85 | 51.02 | 20.09 | 51.02 |
| J-322 | 30.18 | 0.63 | 51.03 | 20.81 | 51.03 |
| J-323 | 30.00 | 0.72 | 51.23 | 21.18 | 51.23 |
| J-324 | 30.00 | 0.33 | 51.23 | 21.18 | 51.23 |
| J-325 | 31.32 | 0.48 | 51.18 | 19.82 | 51.18 |
| J-326 | 26.73 | 0.24 | 46.72 | 19.95 | 46.72 |
| J-327 | 28.62 | 0.33 | 46.75 | 18.09 | 46.75 |
| J-328 | 29.00 | 0.39 | 46.77 | 17.73 | 46.77 |
| J-329 | 27.38 | 1.00 | 46.70 | 19.29 | 46.70 |
| J-330 | 27.00 | 0.75 | 46.70 | 19.66 | 46.70 |
| J-331 | 26.97 | 0.45 | 46.72 | 19.70 | 46.72 |
| J-332 | 28.41 | 1.27 | 46.76 | 18.31 | 46.76 |
| J-333 | 28.95 | 1.00 | 46.80 | 17.82 | 46.80 |
| J-334 | 29.14 | 0.33 | 46.80 | 17.62 | 46.80 |
| J-335 | 28.33 | 0.24 | 46.80 | 18.43 | 46.80 |
| J-336 | 28.48 | 0.00 | 46.80 | 18.28 | 46.80 |
| J-337 | 28.50 | 0.21 | 46.79 | 18.26 | 46.79 |
| J-338 | 28.50 | 1.30 | 46.82 | 18.28 | 46.82 |
| J-339 | 28.66 | 0.45 | 46.81 | 18.11 | 46.81 |
| J-340 | 28.00 | 1.15 | 46.78 | 18.75 | 46.78 |
| J-341 | 28.27 | 1.09 | 46.81 | 18.50 | 46.81 |
| J-342 | 28.72 | 0.91 | 46.83 | 18.07 | 46.83 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-343 | 29.79 | 0.82 | 47.00 | 17.17 | 47.00 |
| J-344 | 29.17 | 1.57 | 46.87 | 17.67 | 46.87 |
| J-345 | 29.64 | 0.54 | 46.87 | 17.20 | 46.87 |
| J-346 | 30.00 | 0.30 | 46.99 | 16.96 | 46.99 |
| J-347 | 29.85 | 0.12 | 46.82 | 16.93 | 46.82 |
| J-348 | 29.69 | 0.30 | 46.78 | 17.05 | 46.78 |
| J-349 | 29.50 | 0.42 | 46.76 | 17.23 | 46.76 |
| J-350 | 29.17 | 0.45 | 46.75 | 17.54 | 46.75 |
| J-351 | 28.50 | 0.33 | 46.73 | 18.19 | 46.73 |
| J-352 | 28.50 | 0.54 | 46.72 | 18.19 | 46.72 |
| J-353 | 28.50 | 0.27 | 46.72 | 18.18 | 46.72 |
| J-354 | 28.50 | 0.15 | 46.72 | 18.18 | 46.72 |
| J-355 | 28.50 | 0.21 | 46.72 | 18.18 | 46.72 |
| J-356 | 28.50 | 0.27 | 46.72 | 18.18 | 46.72 |
| J-357 | 28.51 | 0.06 | 46.72 | 18.17 | 46.72 |
| J-358 | 28.50 | 0.15 | 46.72 | 18.18 | 46.72 |
| J-359 | 28.50 | 0.30 | 46.72 | 18.18 | 46.72 |
| J-360 | 28.50 | 0.33 | 46.72 | 18.18 | 46.72 |
| J-361 | 29.02 | 0.45 | 46.72 | 17.65 | 46.72 |
| J-362 | 29.50 | 0.54 | 46.72 | 17.19 | 46.72 |
| J-363 | 29.78 | 0.12 | 46.72 | 16.91 | 46.72 |
| J-364 | 29.62 | 0.24 | 46.73 | 17.08 | 46.73 |
| J-365 | 29.54 | 0.39 | 46.73 | 17.15 | 46.73 |
| J-366 | 29.37 | 0.33 | 46.73 | 17.32 | 46.73 |
| J-367 | 29.00 | 0.85 | 46.72 | 17.68 | 46.72 |
| J-368 | 28.86 | 0.24 | 46.72 | 17.82 | 46.72 |
| J-369 | 28.94 | 0.24 | 46.72 | 17.74 | 46.72 |
| J-370 | 28.67 | 0.33 | 46.72 | 18.01 | 46.72 |
| J-371 | 28.50 | 0.48 | 46.72 | 18.18 | 46.72 |
| J-372 | 28.95 | 0.42 | 46.72 | 17.73 | 46.72 |
| J-373 | 29.66 | 0.42 | 46.74 | 17.04 | 46.74 |
| J-374 | 29.66 | 0.48 | 46.76 | 17.06 | 46.76 |
| J-375 | 29.78 | 0.45 | 46.77 | 16.96 | 46.77 |
| J-376 | 29.89 | 0.24 | 46.78 | 16.86 | 46.78 |
| J-377 | 29.98 | 0.12 | 46.77 | 16.75 | 46.77 |
| J-378 | 29.97 | 0.27 | 46.76 | 16.76 | 46.76 |
| J-379 | 29.98 | 0.24 | 46.75 | 16.73 | 46.75 |
| J-380 | 30.05 | 0.21 | 46.74 | 16.65 | 46.74 |
| J-381 | 29.85 | 0.45 | 46.74 | 16.85 | 46.74 |
| J-382 | 28.00 | 0.85 | 50.87 | 22.83 | 50.87 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-383 | 29.67 | 0.78 | 50.92 | 21.20 | 50.92 |
| J-384 | 29.90 | 0.45 | 51.01 | 21.06 | 51.01 |
| J-385 | 29.50 | 0.12 | 51.02 | 21.47 | 51.02 |
| J-386 | 29.50 | 0.60 | 50.97 | 21.43 | 50.97 |
| J-387 | 29.50 | 0.78 | 50.97 | 21.42 | 50.97 |
| J-388 | 28.84 | 1.21 | 50.77 | 21.89 | 50.77 |
| J-389 | 28.00 | 0.72 | 50.73 | 22.68 | 50.73 |
| J-390 | 27.95 | 0.33 | 50.97 | 22.98 | 50.97 |
| J-391 | 28.00 | 0.27 | 50.96 | 22.92 | 50.96 |
| J-392 | 28.00 | 0.66 | 46.69 | 18.65 | 46.69 |
| J-393 | 28.50 | 0.60 | 46.69 | 18.15 | 46.69 |
| J-394 | 28.52 | 0.15 | 52.29 | 23.72 | 52.29 |
| J-395 | 27.51 | 0.57 | 52.25 | 24.69 | 52.25 |
| J-396 | 27.00 | 0.60 | 52.23 | 25.18 | 52.23 |
| J-397 | 26.73 | 0.57 | 52.23 | 25.45 | 52.23 |
| J-398 | 28.71 | 0.48 | 52.17 | 23.41 | 52.17 |
| J-399 | 28.22 | 0.30 | 52.17 | 23.90 | 52.17 |
| J-400 | 27.97 | 0.85 | 52.17 | 24.15 | 52.17 |
| J-401 | 27.57 | 1.09 | 52.17 | 24.56 | 52.17 |
| J-402 | 27.73 | 0.88 | 52.20 | 24.42 | 52.20 |
| J-403 | 28.02 | 0.94 | 52.24 | 24.17 | 52.24 |
| J-404 | 26.96 | 0.30 | 52.21 | 25.20 | 52.21 |
| J-405 | 26.71 | 1.27 | 52.19 | 25.42 | 52.19 |
| J-406 | 26.50 | 1.18 | 52.19 | 25.63 | 52.19 |
| J-407 | 27.00 | 0.63 | 52.22 | 25.17 | 52.22 |
| J-408 | 27.67 | 0.15 | 52.21 | 24.49 | 52.21 |
| J-409 | 28.00 | 0.36 | 52.16 | 24.12 | 52.16 |
| J-410 | 29.00 | 0.27 | 51.18 | 22.13 | 51.18 |
| J-411 | 27.73 | 1.15 | 51.18 | 23.40 | 51.18 |
| J-412 | 27.35 | 1.78 | 51.27 | 23.86 | 51.27 |
| J-413 | 26.86 | 0.09 | 51.55 | 24.65 | 51.55 |
| J-414 | 27.00 | 0.24 | 51.69 | 24.64 | 51.69 |
| J-415 | 26.71 | 0.24 | 51.85 | 25.09 | 51.85 |
| J-416 | 26.61 | 0.30 | 51.73 | 25.07 | 51.73 |
| J-417 | 26.70 | 0.45 | 51.71 | 24.97 | 51.71 |
| J-418 | 26.90 | 0.54 | 51.71 | 24.75 | 51.71 |
| J-419 | 29.00 | 0.15 | 51.71 | 22.66 | 51.71 |
| J-420 | 26.91 | 0.21 | 51.69 | 24.72 | 51.69 |
| J-421 | 27.00 | 0.33 | 51.68 | 24.63 | 51.68 |
| J-422 | 27.00 | 0.27 | 51.68 | 24.63 | 51.68 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-423 | 27.50 | 0.42 | 51.67 | 24.13 | 51.67 |
| J-424 | 27.32 | 0.51 | 51.67 | 24.31 | 51.67 |
| J-425 | 28.00 | 0.06 | 51.67 | 23.63 | 51.67 |
| J-426 | 27.50 | 0.15 | 51.67 | 24.13 | 51.67 |
| J-427 | 27.40 | 0.12 | 51.68 | 24.22 | 51.68 |
| J-428 | 27.04 | 0.12 | 51.69 | 24.60 | 51.69 |
| J-429 | 26.86 | 0.66 | 51.68 | 24.77 | 51.68 |
| J-430 | 26.00 | 1.03 | 51.53 | 25.48 | 51.53 |
| J-431 | 26.42 | 1.03 | 51.43 | 24.96 | 51.43 |
| J-432 | 26.50 | 1.03 | 51.39 | 24.84 | 51.39 |
| J-433 | 26.50 | 0.78 | 51.37 | 24.82 | 51.37 |
| J-434 | 26.95 | 0.06 | 51.37 | 24.38 | 51.37 |
| J-435 | 26.24 | 0.91 | 51.37 | 25.08 | 51.37 |
| J-436 | 26.50 | 0.60 | 51.35 | 24.80 | 51.35 |
| J-437 | 26.91 | 0.09 | 51.35 | 24.39 | 51.35 |
| J-438 | 27.12 | 0.48 | 51.34 | 24.18 | 51.34 |
| J-439 | 26.10 | 1.00 | 51.38 | 25.23 | 51.38 |
| J-440 | 26.11 | 1.03 | 51.43 | 25.28 | 51.43 |
| J-441 | 26.35 | 0.94 | 51.52 | 25.12 | 51.52 |
| J-442 | 26.77 | 1.18 | 51.20 | 24.38 | 51.20 |
| J-443 | 28.00 | 0.39 | 51.17 | 23.12 | 51.17 |
| J-444 | 27.75 | 0.36 | 51.00 | 23.21 | 51.00 |
| J-445 | 27.64 | 0.85 | 45.74 | 18.06 | 45.74 |
| J-446 | 25.82 | 0.82 | 46.05 | 20.18 | 46.05 |
| J-447 | 26.00 | 1.63 | 45.83 | 19.78 | 45.83 |
| J-448 | 25.01 | 1.48 | 45.76 | 20.71 | 45.76 |
| J-449 | 26.74 | 1.54 | 45.71 | 18.93 | 45.71 |
| J-450 | 26.80 | 1.66 | 45.72 | 18.88 | 45.72 |
| J-451 | 27.52 | 0.24 | 46.08 | 18.51 | 46.08 |
| J-452 | 28.04 | 0.48 | 46.08 | 18.00 | 46.08 |
| J-453 | 28.00 | 0.57 | 46.11 | 18.07 | 46.11 |
| J-454 | 27.00 | 1.51 | 46.23 | 19.18 | 46.23 |
| J-455 | 27.13 | 0.09 | 46.32 | 19.15 | 46.32 |
| J-456 | 26.65 | 1.36 | 46.41 | 19.72 | 46.41 |
| J-457 | 26.13 | 1.21 | 46.66 | 20.49 | 46.66 |
| J-458 | 25.60 | 1.69 | 46.36 | 20.72 | 46.36 |
| J-459 | 25.50 | 1.09 | 46.18 | 20.63 | 46.18 |
| J-460 | 25.92 | 0.63 | 46.07 | 20.11 | 46.07 |
| J-461 | 25.50 | 0.82 | 46.07 | 20.53 | 46.07 |
| J-462 | 25.50 | 0.60 | 46.07 | 20.53 | 46.07 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-463 | 25.51 | 1.54 | 46.08 | 20.53 | 46.08 |
| J-464 | 26.46 | 0.63 | 46.50 | 19.99 | 46.50 |
| J-465 | 26.46 | 0.51 | 47.10 | 20.59 | 47.10 |
| J-466 | 26.27 | 0.00 | 47.50 | 21.19 | 47.50 |
| J-467 | 26.61 | 0.00 | 47.73 | 21.08 | 47.73 |
| J-468 | 25.85 | 0.27 | 50.60 | 24.70 | 50.60 |
| J-469 | 25.50 | 0.57 | 50.52 | 24.97 | 50.52 |
| J-470 | 26.00 | 0.30 | 50.52 | 24.47 | 50.52 |
| J-471 | 25.50 | 0.45 | 50.39 | 24.83 | 50.39 |
| J-472 | 25.50 | 0.24 | 50.37 | 24.81 | 50.37 |
| J-473 | 25.05 | 0.21 | 50.36 | 25.26 | 50.36 |
| J-474 | 25.50 | 0.18 | 50.36 | 24.81 | 50.36 |
| J-475 | 25.50 | 0.51 | 50.36 | 24.81 | 50.36 |
| J-476 | 25.29 | 0.21 | 50.36 | 25.02 | 50.36 |
| J-477 | 25.00 | 0.33 | 50.36 | 25.31 | 50.36 |
| J-478 | 25.46 | 0.18 | 50.36 | 24.85 | 50.36 |
| J-479 | 25.50 | 0.30 | 50.36 | 24.81 | 50.36 |
| J-480 | 26.02 | 0.69 | 50.36 | 24.29 | 50.36 |
| J-482 | 26.19 | 0.24 | 50.36 | 24.12 | 50.36 |
| J-483 | 26.69 | 0.24 | 50.36 | 23.62 | 50.36 |
| J-484 | 25.67 | 0.69 | 50.39 | 24.66 | 50.39 |
| J-485 | 25.56 | 0.39 | 50.38 | 24.77 | 50.38 |
| J-486 | 25.27 | 0.45 | 50.38 | 25.06 | 50.38 |
| J-487 | 25.10 | 0.51 | 50.37 | 25.21 | 50.37 |
| J-488 | 25.44 | 0.36 | 50.37 | 24.87 | 50.37 |
| J-489 | 25.53 | 0.45 | 50.37 | 24.78 | 50.37 |
| J-490 | 26.60 | 0.03 | 47.73 | 21.08 | 47.73 |
| J-491 | 26.38 | 1.09 | 47.72 | 21.29 | 47.72 |
| J-492 | 30.57 | 1.09 | 47.45 | 16.84 | 47.45 |
| J-493 | 28.17 | 0.09 | 47.42 | 19.21 | 47.42 |
| J-494 | 27.10 | 0.91 | 47.42 | 20.27 | 47.42 |
| J-495 | 26.43 | 0.51 | 47.41 | 20.93 | 47.41 |
| J-496 | 25.69 | 0.42 | 47.40 | 21.67 | 47.40 |
| J-497 | 25.87 | 0.94 | 47.41 | 21.49 | 47.41 |
| J-498 | 29.22 | 1.15 | 47.41 | 18.15 | 47.41 |
| J-499 | 27.49 | 1.03 | 47.58 | 20.04 | 47.58 |
| J-500 | 26.43 | 1.03 | 47.48 | 21.00 | 47.48 |
| J-501 | 26.47 | 1.06 | 47.42 | 20.91 | 47.42 |
| J-502 | 26.99 | 1.03 | 47.33 | 20.30 | 47.33 |
| J-503 | 27.01 | 0.54 | 47.30 | 20.25 | 47.30 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-504 | 27.41 | 1.12 | 47.29 | 19.84 | 47.29 |
| J-505 | 28.77 | 1.03 | 47.29 | 18.48 | 47.29 |
| J-506 | 27.55 | 0.39 | 47.30 | 19.71 | 47.30 |
| J-507 | 27.40 | 1.00 | 47.33 | 19.89 | 47.33 |
| J-508 | 26.94 | 0.94 | 47.40 | 20.41 | 47.40 |
| J-509 | 27.97 | 0.94 | 47.40 | 19.39 | 47.40 |
| J-510 | 26.28 | 1.12 | 47.49 | 21.16 | 47.49 |
| J-511 | 30.81 | 1.09 | 46.94 | 16.09 | 46.94 |
| J-512 | 32.00 | 2.63 | 46.89 | 14.86 | 46.89 |
| J-513 | 27.59 | 0.24 | 46.85 | 19.22 | 46.85 |
| J-514 | 30.00 | 2.32 | 46.82 | 16.78 | 46.82 |
| J-515 | 28.50 | 2.35 | 46.79 | 18.25 | 46.79 |
| J-516 | 27.96 | 0.42 | 46.79 | 18.79 | 46.79 |
| J-517 | 25.88 | 1.51 | 46.78 | 20.86 | 46.78 |
| J-518 | 27.12 | 0.57 | 46.79 | 19.63 | 46.79 |
| J-519 | 27.91 | 0.63 | 46.80 | 18.85 | 46.80 |
| J-520 | 25.73 | 0.45 | 46.83 | 21.05 | 46.83 |
| J-521 | 26.22 | 2.44 | 46.86 | 20.59 | 46.86 |
| J-522 | 26.50 | 2.35 | 46.95 | 20.41 | 46.95 |
| J-523 | 26.40 | 2.08 | 47.15 | 20.70 | 47.15 |
| J-524 | 25.50 | 0.42 | 46.80 | 21.25 | 46.80 |
| J-525 | 25.98 | 0.33 | 46.79 | 20.77 | 46.79 |
| J-526 | 26.30 | 0.51 | 46.79 | 20.44 | 46.79 |
| J-527 | 25.87 | 0.12 | 46.79 | 20.87 | 46.79 |
| J-528 | 25.50 | 0.12 | 46.79 | 21.24 | 46.79 |
| J-529 | 27.31 | 0.12 | 46.79 | 19.44 | 46.79 |
| J-530 | 27.07 | 0.00 | 46.79 | 19.68 | 46.79 |
| J-531 | 28.00 | 0.06 | 46.79 | 18.75 | 46.79 |
| J-532 | 28.00 | 0.39 | 46.79 | 18.75 | 46.79 |
| J-533 | 25.66 | 0.18 | 46.78 | 21.08 | 46.78 |
| J-534 | 25.86 | 0.09 | 47.40 | 21.50 | 47.40 |
| J-535 | 27.51 | 0.09 | 47.40 | 19.85 | 47.40 |
| J-536 | 29.50 | 0.48 | 46.74 | 17.20 | 46.74 |
| J-537 | 28.83 | 0.57 | 46.73 | 17.87 | 46.73 |
| J-538 | 27.50 | 0.72 | 53.47 | 25.91 | 53.47 |
| J-539 | 27.70 | 1.57 | 53.48 | 25.73 | 53.48 |
| J-540 | 28.50 | 0.00 | 54.42 | 25.87 | 54.42 |
| J-541 | 30.50 | 0.00 | 51.48 | 20.94 | 51.48 |
| J-542 | 31.41 | 0.00 | 51.06 | 19.61 | 51.06 |
| J-543 | 31.00 | 0.00 | 56.31 | 25.26 | 56.31 |



| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| J-544 | 31.00 | 0.00 | 56.30 | 25.25 | 56.30 |
| J-545 | 31.46 | 0.00 | 55.04 | 23.53 | 55.04 |
| J-547 | 29.83 | 0.00 | 47.01 | 17.14 | 47.01 |
| J-548 | 31.20 | 0.00 | 52.85 | 21.61 | 52.85 |
| J-549 | 31.00 | 0.00 | 52.41 | 21.37 | 52.41 |
| J-550 | 31.03 | 0.00 | 52.40 | 21.32 | 52.40 |
| J-551 | 29.00 | 0.00 | 52.38 | 23.33 | 52.38 |
| J-552 | 31.06 | 0.00 | 50.71 | 19.61 | 50.71 |
| J-553 | 25.00 | 0.09 | 50.36 | 25.31 | 50.36 |
| J-554 | 28.38 | 0.03 | 46.80 | 18.38 | 46.80 |
| J-555 | 28.38 | 0.00 | 46.80 | 18.38 | 46.80 |
| J-556 | 31.95 | 0.00 | 48.49 | 16.51 | 48.49 |
| J-557 | 31.58 | 0.00 | 48.11 | 16.50 | 48.11 |
| J-558 | 31.62 | 0.00 | 48.13 | 16.48 | 48.13 |
| J-559 | 25.82 | 0.00 | 50.58 | 24.71 | 50.58 |
| J-560 | 25.61 | 0.00 | 50.40 | 24.74 | 50.40 |
| J-561 | 28.31 | 0.00 | 53.87 | 25.51 | 53.87 |
| J-562 | 28.84 | 0.00 | 53.99 | 25.10 | 53.99 |
| J-563 | 28.84 | 0.00 | 53.99 | 25.10 | 53.99 |



8.00 REPORTE DE TRAMOS DE LAS TUBERIAS

MEMORIA DE CALCULO SISTEMA DE AGUA POTABLE

8. CÁLCULO DE LAS REDES DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI

La simulación hidráulica se ha realizado con el software watercad V8i, siendo el método utilizado para la determinación de los caudales de influencia en cada nudo es la asignación de consumos por cada lote al nudo más cercano, realizado con el software watercad (ver plano de presiones). Siendo los resultados los siguientes:

A. REPORTE DE TRAMOS DE LAS TUBERIAS

| Label | Length (Scaled) (m) | Start Node | Stop Node | Diameter (mm) | Material | Hazen- Williams C | Flow (L/s) | Velocity (m/s) |
|-------|---------------------------|------------|-----------|------------------|----------|-------------------------|---------------|-------------------|
| P-1 | 58.92 | J-1 | J-2 | 153.00 | PVC | 150 | 18.61 | 1.01 |
| P-2 | 44.46 | J-2 | J-3 | 153.00 | PVC | 150 | 17.26 | 0.94 |
| P-3 | 61.05 | J-3 | J-4 | 153.00 | PVC | 150 | 15.63 | 0.85 |
| P-4 | 48.44 | J-4 | J-5 | 153.00 | PVC | 150 | 13.88 | 0.75 |
| P-5 | 64.66 | J-5 | J-6 | 153.00 | PVC | 150 | 9.84 | 0.54 |
| P-6 | 60.18 | J-6 | J-7 | 153.00 | PVC | 150 | 6.88 | 0.37 |
| P-7 | 66.35 | J-7 | J-8 | 153.00 | PVC | 150 | 4.50 | 0.24 |
| P-8 | 56.38 | J-8 | J-9 | 153.00 | PVC | 150 | 2.15 | 0.12 |
| P-9 | 54.93 | J-9 | J-10 | 105.20 | PVC | 150 | 0.09 | 0.01 |
| P-10 | 144.85 | J-9 | J-11 | 105.20 | PVC | 150 | 1.46 | 0.17 |
| P-11 | 20.31 | J-11 | J-12 | 105.20 | PVC | 150 | 0.03 | 0 |
| P-12 | 55.06 | J-11 | J-13 | 105.20 | PVC | 150 | 0.70 | 0.08 |
| P-13 | 252.38 | J-13 | J-14 | 105.20 | PVC | 150 | 1.00 | 0.11 |
| P-14 | 140.78 | J-13 | J-8 | 105.20 | PVC | 150 | -1.65 | 0.19 |
| P-15 | 143.06 | J-7 | J-15 | 105.20 | PVC | 150 | 1.72 | 0.2 |
| P-16 | 247.30 | J-15 | J-16 | 105.20 | PVC | 150 | 0.91 | 0.1 |
| P-17 | 61.20 | J-15 | J-17 | 105.20 | PVC | 150 | -0.73 | 0.08 |
| P-18 | 60.47 | J-17 | J-18 | 105.20 | PVC | 150 | -1.14 | 0.13 |
| P-19 | 234.29 | J-18 | J-19 | 105.20 | PVC | 150 | 0.78 | 0.09 |
| P-20 | 238.74 | J-20 | J-17 | 105.20 | PVC | 150 | -1.00 | 0.11 |
| P-21 | 146.86 | J-17 | J-6 | 105.20 | PVC | 150 | -2.30 | 0.26 |
| P-22 | 149.90 | J-18 | J-5 | 105.20 | PVC | 150 | -3.22 | 0.37 |
| P-23 | 152.12 | J-4 | J-21 | 105.20 | PVC | 150 | 0.81 | 0.09 |
| P-24 | 159.60 | J-22 | J-3 | 105.20 | PVC | 150 | -0.69 | 0.08 |



| | | | | | | | | |
|------|--------|------|------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-25 | 169.52 | J-2 | J-23 | 105.20 | PVC | 150 | 0.60 | 0.07 |
| P-26 | 257.40 | J-1 | J-24 | 105.20 | PVC | 150 | 0.15 | 0.02 |
| P-27 | 11.12 | J-25 | J-26 | 105.20 | PVC | 150 | -0.06 | 0.01 |
| P-28 | 75.88 | J-26 | J-27 | 105.20 | PVC | 150 | -0.34 | 0.04 |
| P-29 | 60.14 | J-27 | J-28 | 105.20 | PVC | 150 | -0.20 | 0.02 |
| P-30 | 3.15 | J-28 | J-29 | 105.20 | PVC | 150 | 0.62 | 0.07 |
| P-31 | 60.77 | J-29 | J-30 | 105.20 | PVC | 150 | -0.13 | 0.02 |
| P-32 | 62.40 | J-30 | J-31 | 105.20 | PVC | 150 | 0.26 | 0.03 |
| P-33 | 64.98 | J-31 | J-32 | 105.20 | PVC | 150 | 0.06 | 0.01 |
| P-34 | 70.85 | J-32 | J-33 | 105.20 | PVC | 150 | 0.28 | 0.03 |
| P-35 | 66.10 | J-33 | J-34 | 105.20 | PVC | 150 | 0.10 | 0.01 |
| P-36 | 61.52 | J-34 | J-35 | 105.20 | PVC | 150 | 0.01 | 0 |
| P-37 | 59.03 | J-35 | J-36 | 105.20 | PVC | 150 | 0.05 | 0.01 |
| P-38 | 62.31 | J-36 | J-26 | 105.20 | PVC | 150 | 0.02 | 0 |
| P-39 | 105.64 | J-32 | J-37 | 105.20 | PVC | 150 | -0.62 | 0.07 |
| P-40 | 61.78 | J-37 | J-38 | 105.20 | PVC | 150 | -0.89 | 0.1 |
| P-41 | 56.72 | J-38 | J-39 | 105.20 | PVC | 150 | -2.31 | 0.27 |
| P-42 | 8.53 | J-39 | J-40 | 105.20 | PVC | 150 | 3.36 | 0.39 |
| P-43 | 61.35 | J-40 | J-41 | 105.20 | PVC | 150 | 1.20 | 0.14 |
| P-44 | 54.74 | J-41 | J-42 | 105.20 | PVC | 150 | 0.86 | 0.1 |
| P-45 | 10.01 | J-42 | J-43 | 105.20 | PVC | 150 | 2.44 | 0.28 |
| P-46 | 64.19 | J-43 | J-44 | 105.20 | PVC | 150 | 1.01 | 0.12 |
| P-47 | 118.54 | J-44 | J-45 | 105.20 | PVC | 150 | 0.47 | 0.05 |
| P-48 | 51.59 | J-45 | J-27 | 105.20 | PVC | 150 | 0.05 | 0.01 |
| P-49 | 114.47 | J-27 | J-43 | 105.20 | PVC | 150 | -0.91 | 0.11 |
| P-50 | 112.81 | J-28 | J-41 | 105.20 | PVC | 150 | -1.33 | 0.15 |
| P-51 | 68.17 | J-41 | J-46 | 105.20 | PVC | 150 | -1.68 | 0.19 |
| P-52 | 59.68 | J-46 | J-47 | 105.20 | PVC | 150 | -3.02 | 0.35 |
| P-53 | 69.18 | J-47 | J-48 | 105.20 | PVC | 150 | -1.07 | 0.12 |
| P-54 | 18.97 | J-48 | J-49 | 153.00 | PVC | 150 | -7.89 | 0.43 |
| P-55 | 68.18 | J-49 | J-50 | 153.00 | PVC | 150 | 0.72 | 0.04 |
| P-56 | 15.19 | J-50 | J-47 | 105.20 | PVC | 150 | 4.06 | 0.47 |
| P-57 | 122.06 | J-48 | J-39 | 153.00 | PVC | 150 | 6.18 | 0.34 |
| P-58 | 110.30 | J-40 | J-30 | 105.20 | PVC | 150 | 1.64 | 0.19 |
| P-59 | 72.08 | J-30 | J-35 | 105.20 | PVC | 150 | 0.38 | 0.04 |
| P-60 | 110.13 | J-31 | J-38 | 105.20 | PVC | 150 | -0.91 | 0.1 |
| P-61 | 70.49 | J-31 | J-34 | 105.20 | PVC | 150 | 0.30 | 0.03 |
| P-62 | 73.17 | J-36 | J-29 | 105.20 | PVC | 150 | -0.36 | 0.04 |
| P-63 | 68.36 | J-42 | J-51 | 105.20 | PVC | 150 | -1.67 | 0.19 |
| P-64 | 71.47 | J-51 | J-52 | 105.20 | PVC | 150 | -1.20 | 0.14 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|------|------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-65 | 57.28 | J-52 | J-53 | 105.20 | PVC | 150 | -1.32 | 0.15 |
| P-66 | 135.24 | J-53 | J-47 | 105.20 | PVC | 150 | -1.59 | 0.18 |
| P-67 | 58.76 | J-46 | J-51 | 105.20 | PVC | 150 | 0.86 | 0.1 |
| P-68 | 158.20 | J-50 | J-54 | 153.00 | PVC | 150 | -1.92 | 0.1 |
| P-69 | 110.64 | J-54 | J-55 | 153.00 | PVC | 150 | -2.02 | 0.11 |
| P-70 | 60.99 | J-55 | J-56 | 153.00 | PVC | 150 | -2.29 | 0.12 |
| P-71 | 49.16 | J-56 | J-57 | 153.00 | PVC | 150 | -3.73 | 0.2 |
| P-72 | 48.04 | J-57 | J-58 | 153.00 | PVC | 150 | -5.28 | 0.29 |
| P-73 | 404.19 | J-58 | J-59 | 153.00 | PVC | 150 | -6.07 | 0.33 |
| P-74 | 44.72 | J-59 | J-60 | 105.20 | PVC | 150 | 5.91 | 0.68 |
| P-75 | 44.63 | J-60 | J-61 | 105.20 | PVC | 150 | 2.83 | 0.33 |
| P-76 | 52.09 | J-61 | J-62 | 105.20 | PVC | 150 | 0.32 | 0.04 |
| P-77 | 67.47 | J-62 | J-49 | 153.00 | PVC | 150 | 8.91 | 0.48 |
| P-78 | 53.35 | J-62 | J-63 | 153.00 | PVC | 150 | -8.86 | 0.48 |
| P-79 | 147.26 | J-63 | J-64 | 153.00 | PVC | 150 | -9.11 | 0.5 |
| P-80 | 52.60 | J-64 | J-59 | 191.20 | PVC | 150 | 12.65 | 0.44 |
| P-82 | 123.64 | J-65 | J-56 | 105.20 | PVC | 150 | -0.84 | 0.1 |
| P-83 | 59.02 | J-65 | J-54 | 105.20 | PVC | 150 | 0.50 | 0.06 |
| P-85 | 70.73 | J-66 | J-67 | 105.20 | PVC | 150 | 0.28 | 0.03 |
| P-86 | 105.28 | J-67 | J-68 | 105.20 | PVC | 150 | 0.18 | 0.02 |
| P-87 | 63.05 | J-68 | J-69 | 105.20 | PVC | 150 | -0.09 | 0.01 |
| P-88 | 40.92 | J-69 | J-70 | 105.20 | PVC | 150 | -0.45 | 0.05 |
| P-89 | 7.14 | J-70 | J-71 | 105.20 | PVC | 150 | -0.44 | 0.05 |
| P-90 | 43.03 | J-71 | J-72 | 105.20 | PVC | 150 | -1.14 | 0.13 |
| P-91 | 4.33 | J-72 | J-73 | 105.20 | PVC | 150 | -1.91 | 0.22 |
| P-92 | 39.30 | J-73 | J-74 | 105.20 | PVC | 150 | -1.91 | 0.22 |
| P-93 | 60.22 | J-74 | J-75 | 105.20 | PVC | 150 | -3.86 | 0.44 |
| P-94 | 89.72 | J-75 | J-76 | 153.00 | PVC | 150 | 6.79 | 0.37 |
| P-95 | 85.47 | J-76 | J-77 | 153.00 | PVC | 150 | 3.98 | 0.22 |
| P-96 | 53.95 | J-77 | J-78 | 153.00 | PVC | 150 | 3.83 | 0.21 |
| P-97 | 50.22 | J-78 | J-79 | 153.00 | PVC | 150 | 3.79 | 0.21 |
| P-98 | 58.90 | J-79 | J-80 | 153.00 | PVC | 150 | 2.89 | 0.16 |
| P-99 | 44.77 | J-80 | J-81 | 153.00 | PVC | 150 | 2.03 | 0.11 |
| P-100 | 64.54 | J-81 | J-66 | 105.20 | PVC | 150 | 0.49 | 0.06 |
| P-101 | 70.27 | J-81 | J-82 | 153.00 | PVC | 150 | 1.21 | 0.07 |
| P-102 | 103.25 | J-82 | J-69 | 153.00 | PVC | 150 | 0.79 | 0.04 |
| P-103 | 96.82 | J-69 | J-83 | 153.00 | PVC | 150 | 0.52 | 0.03 |
| P-104 | 59.52 | J-83 | J-84 | 153.00 | PVC | 150 | 0.58 | 0.03 |
| P-105 | 5.21 | J-84 | J-85 | 105.20 | PVC | 150 | 0.48 | 0.06 |
| P-106 | 82.39 | J-85 | J-86 | 105.20 | PVC | 150 | 0.08 | 0.01 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-107 | 51.92 | J-86 | J-87 | 105.20 | PVC | 150 | -0.24 | 0.03 |
| P-108 | 35.28 | J-87 | J-88 | 105.20 | PVC | 150 | -0.83 | 0.1 |
| P-109 | 44.32 | J-88 | J-89 | 105.20 | PVC | 150 | -0.61 | 0.07 |
| P-110 | 94.22 | J-89 | J-90 | 153.00 | PVC | 150 | -2.28 | 0.12 |
| P-111 | 64.22 | J-90 | J-91 | 153.00 | PVC | 150 | -2.28 | 0.12 |
| P-112 | 45.27 | J-91 | J-92 | 153.00 | PVC | 150 | -2.81 | 0.15 |
| P-113 | 94.72 | J-92 | J-93 | 153.00 | PVC | 150 | -4.24 | 0.23 |
| P-114 | 99.64 | J-93 | J-75 | 153.00 | PVC | 150 | -6.91 | 0.38 |
| P-115 | 56.49 | J-93 | J-94 | 105.20 | PVC | 150 | 2.22 | 0.26 |
| P-116 | 3.46 | J-94 | J-95 | 105.20 | PVC | 150 | 1.31 | 0.15 |
| P-117 | 39.89 | J-95 | J-96 | 105.20 | PVC | 150 | 1.65 | 0.19 |
| P-118 | 37.34 | J-96 | J-97 | 105.20 | PVC | 150 | 1.16 | 0.13 |
| P-119 | 51.10 | J-97 | J-83 | 105.20 | PVC | 150 | 0.35 | 0.04 |
| P-120 | 63.70 | J-67 | J-82 | 105.20 | PVC | 150 | -0.33 | 0.04 |
| P-121 | 45.04 | J-82 | J-98 | 105.20 | PVC | 150 | -0.57 | 0.07 |
| P-122 | 54.62 | J-98 | J-99 | 105.20 | PVC | 150 | -1.09 | 0.13 |
| P-123 | 43.77 | J-99 | J-100 | 105.20 | PVC | 150 | -1.63 | 0.19 |
| P-124 | 6.46 | J-100 | J-101 | 105.20 | PVC | 150 | -1.70 | 0.2 |
| P-125 | 52.08 | J-101 | J-76 | 105.20 | PVC | 150 | -2.39 | 0.27 |
| P-126 | 79.77 | J-78 | J-101 | 105.20 | PVC | 150 | -0.29 | 0.03 |
| P-127 | 94.44 | J-100 | J-74 | 105.20 | PVC | 150 | -0.32 | 0.04 |
| P-128 | 96.45 | J-74 | J-95 | 105.20 | PVC | 150 | 0.76 | 0.09 |
| P-129 | 94.56 | J-94 | J-102 | 105.20 | PVC | 150 | 0.48 | 0.06 |
| P-130 | 49.30 | J-102 | J-92 | 105.20 | PVC | 150 | -1.13 | 0.13 |
| P-131 | 45.98 | J-102 | J-103 | 105.20 | PVC | 150 | 1.36 | 0.16 |
| P-132 | 65.99 | J-103 | J-88 | 105.20 | PVC | 150 | 0.70 | 0.08 |
| P-133 | 42.18 | J-102 | J-104 | 105.20 | PVC | 150 | -0.29 | 0.03 |
| P-134 | 46.13 | J-104 | J-91 | 105.20 | PVC | 150 | -0.44 | 0.05 |
| P-135 | 90.64 | J-103 | J-96 | 105.20 | PVC | 150 | -0.04 | 0 |
| P-136 | 96.02 | J-96 | J-72 | 105.20 | PVC | 150 | -0.34 | 0.04 |
| P-137 | 98.15 | J-73 | J-99 | 105.20 | PVC | 150 | -0.30 | 0.03 |
| P-138 | 75.03 | J-99 | J-79 | 105.20 | PVC | 150 | -0.54 | 0.06 |
| P-139 | 71.65 | J-80 | J-98 | 105.20 | PVC | 150 | 0.55 | 0.06 |
| P-140 | 101.65 | J-98 | J-70 | 105.20 | PVC | 150 | 0.37 | 0.04 |
| P-141 | 95.93 | J-71 | J-97 | 105.20 | PVC | 150 | 0.28 | 0.03 |
| P-142 | 73.14 | J-97 | J-105 | 105.20 | PVC | 150 | 0.39 | 0.05 |
| P-143 | 79.73 | J-105 | J-87 | 105.20 | PVC | 150 | -0.20 | 0.02 |
| P-144 | 55.04 | J-86 | J-106 | 105.20 | PVC | 150 | -0.28 | 0.03 |
| P-145 | 47.87 | J-106 | J-107 | 153.00 | PVC | 150 | -1.00 | 0.05 |
| P-146 | 140.22 | J-107 | J-89 | 153.00 | PVC | 150 | -1.25 | 0.07 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|--------|------|
| P-147 | 84.76 | J-106 | J-108 | 153.00 | PVC | 150 | 0.42 | 0.02 |
| P-148 | 52.62 | J-108 | J-84 | 153.00 | PVC | 150 | 0.15 | 0.01 |
| P-149 | 52.99 | J-85 | J-105 | 105.20 | PVC | 150 | 0.10 | 0.01 |
| P-150 | 196.04 | J-109 | J-110 | 153.00 | PVC | 150 | 6.95 | 0.38 |
| P-151 | 209.15 | J-110 | J-111 | 105.20 | PVC | 150 | 1.23 | 0.14 |
| P-152 | 54.97 | J-111 | J-112 | 105.20 | PVC | 150 | 1.16 | 0.13 |
| P-153 | 46.23 | J-112 | J-113 | 105.20 | PVC | 150 | 1.72 | 0.2 |
| P-154 | 32.80 | J-113 | J-114 | 105.20 | PVC | 150 | 2.46 | 0.28 |
| P-155 | 53.95 | J-114 | J-115 | 105.20 | PVC | 150 | 2.10 | 0.24 |
| P-156 | 54.60 | J-115 | J-116 | 105.20 | PVC | 150 | 1.28 | 0.15 |
| P-157 | 54.83 | J-116 | J-117 | 105.20 | PVC | 150 | 0.82 | 0.09 |
| P-158 | 41.13 | J-117 | J-118 | 105.20 | PVC | 150 | 0.22 | 0.03 |
| P-159 | 130.01 | J-118 | J-119 | 105.20 | PVC | 150 | -0.08 | 0.01 |
| P-160 | 69.69 | J-119 | J-120 | 105.20 | PVC | 150 | -0.60 | 0.07 |
| P-161 | 80.63 | J-120 | J-121 | 105.20 | PVC | 150 | -0.24 | 0.03 |
| P-162 | 226.81 | J-121 | J-122 | 105.20 | PVC | 150 | -0.79 | 0.09 |
| P-163 | 83.33 | J-122 | J-123 | 105.20 | PVC | 150 | -1.60 | 0.18 |
| P-164 | 35.71 | J-123 | J-124 | 153.00 | PVC | 150 | -8.68 | 0.47 |
| P-165 | 3.64 | J-124 | J-125 | 153.00 | PVC | 150 | -10.02 | 0.54 |
| P-166 | 179.97 | J-125 | J-126 | 153.00 | PVC | 150 | -5.73 | 0.31 |
| P-167 | 44.52 | J-126 | J-127 | 153.00 | PVC | 150 | -6.09 | 0.33 |
| P-168 | 53.23 | J-127 | J-109 | 153.00 | PVC | 150 | -8.95 | 0.49 |
| P-169 | 189.16 | J-127 | J-128 | 105.20 | PVC | 150 | 2.16 | 0.25 |
| P-170 | 45.22 | J-128 | J-125 | 153.00 | PVC | 150 | 4.62 | 0.25 |
| P-171 | 53.55 | J-128 | J-110 | 153.00 | PVC | 150 | -5.00 | 0.27 |
| P-172 | 209.43 | J-128 | J-112 | 105.20 | PVC | 150 | 1.01 | 0.12 |
| P-173 | 207.75 | J-113 | J-124 | 105.20 | PVC | 150 | -0.92 | 0.11 |
| P-174 | 207.19 | J-123 | J-114 | 105.20 | PVC | 150 | 0.40 | 0.05 |
| P-175 | 46.31 | J-123 | J-129 | 153.00 | PVC | 150 | 5.80 | 0.32 |
| P-176 | 12.63 | J-129 | J-130 | 153.00 | PVC | 150 | 5.20 | 0.28 |
| P-177 | 41.70 | J-130 | J-131 | 153.00 | PVC | 150 | 3.84 | 0.21 |
| P-178 | 49.38 | J-131 | J-132 | 153.00 | PVC | 150 | 2.14 | 0.12 |
| P-179 | 21.17 | J-132 | J-133 | 153.00 | PVC | 150 | 1.75 | 0.09 |
| P-180 | 46.10 | J-133 | J-120 | 153.00 | PVC | 150 | 0.50 | 0.03 |
| P-181 | 55.27 | J-134 | J-132 | 105.20 | PVC | 150 | -0.15 | 0.02 |
| P-182 | 56.86 | J-135 | J-131 | 105.20 | PVC | 150 | -0.33 | 0.04 |
| P-183 | 207.78 | J-131 | J-116 | 105.20 | PVC | 150 | 0.35 | 0.04 |
| P-184 | 206.46 | J-115 | J-130 | 105.20 | PVC | 150 | -0.30 | 0.03 |
| P-185 | 59.16 | J-129 | J-136 | 105.20 | PVC | 150 | 0.30 | 0.03 |
| P-186 | 204.47 | J-117 | J-133 | 105.20 | PVC | 150 | -0.34 | 0.04 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-187 | 47.99 | J-137 | J-138 | 153.00 | PVC | 150 | 2.99 | 0.16 |
| P-188 | 200.16 | J-138 | J-139 | 153.00 | PVC | 150 | 1.28 | 0.07 |
| P-189 | 44.73 | J-139 | J-140 | 105.20 | PVC | 150 | 0.63 | 0.07 |
| P-190 | 77.36 | J-140 | J-141 | 105.20 | PVC | 150 | 0.10 | 0.01 |
| P-191 | 54.87 | J-141 | J-142 | 105.20 | PVC | 150 | 0.21 | 0.02 |
| P-192 | 17.64 | J-142 | J-143 | 105.20 | PVC | 150 | -0.26 | 0.03 |
| P-193 | 22.95 | J-143 | J-144 | 105.20 | PVC | 150 | 0.55 | 0.06 |
| P-194 | 126.76 | J-144 | J-145 | 105.20 | PVC | 150 | 0.16 | 0.02 |
| P-195 | 28.02 | J-145 | J-146 | 105.20 | PVC | 150 | 0.12 | 0.01 |
| P-196 | 50.09 | J-145 | J-147 | 105.20 | PVC | 150 | -0.47 | 0.05 |
| P-197 | 44.12 | J-147 | J-138 | 105.20 | PVC | 150 | -1.28 | 0.15 |
| P-198 | 147.16 | J-147 | J-148 | 105.20 | PVC | 150 | 0.21 | 0.02 |
| P-199 | 51.99 | J-148 | J-140 | 105.20 | PVC | 150 | -0.29 | 0.03 |
| P-200 | 67.93 | J-148 | J-142 | 105.20 | PVC | 150 | -0.19 | 0.02 |
| P-201 | 44.47 | J-139 | J-149 | 153.00 | PVC | 150 | 0.26 | 0.01 |
| P-202 | 129.78 | J-149 | J-150 | 153.00 | PVC | 150 | 0.20 | 0.01 |
| P-203 | 45.54 | J-150 | J-141 | 105.20 | PVC | 150 | 0.62 | 0.07 |
| P-204 | 96.51 | J-150 | J-151 | 153.00 | PVC | 150 | -1.15 | 0.06 |
| P-205 | 53.13 | J-151 | J-152 | 153.00 | PVC | 150 | -1.57 | 0.09 |
| P-206 | 44.18 | J-152 | J-153 | 153.00 | PVC | 150 | -2.76 | 0.15 |
| P-207 | 68.91 | J-153 | J-154 | 153.00 | PVC | 150 | -3.44 | 0.19 |
| P-208 | 58.34 | J-154 | J-155 | 153.00 | PVC | 150 | -3.34 | 0.18 |
| P-209 | 205.33 | J-155 | J-156 | 153.00 | PVC | 150 | -3.83 | 0.21 |
| P-210 | 70.61 | J-156 | J-157 | 153.00 | PVC | 150 | -6.62 | 0.36 |
| P-211 | 87.22 | J-157 | J-158 | 153.00 | PVC | 150 | -8.78 | 0.48 |
| P-212 | 59.95 | J-158 | J-159 | 153.00 | PVC | 150 | 10.41 | 0.57 |
| P-213 | 68.46 | J-159 | J-160 | 153.00 | PVC | 150 | 8.15 | 0.44 |
| P-214 | 53.55 | J-160 | J-161 | 153.00 | PVC | 150 | 5.51 | 0.3 |
| P-215 | 156.81 | J-161 | J-137 | 153.00 | PVC | 150 | 3.29 | 0.18 |
| P-216 | 207.68 | J-152 | J-162 | 105.20 | PVC | 150 | 0.17 | 0.02 |
| P-217 | 75.58 | J-162 | J-163 | 105.20 | PVC | 150 | -1.15 | 0.13 |
| P-218 | 95.73 | J-163 | J-161 | 105.20 | PVC | 150 | -1.47 | 0.17 |
| P-219 | 93.89 | J-160 | J-164 | 105.20 | PVC | 150 | 2.10 | 0.24 |
| P-220 | 73.09 | J-164 | J-165 | 105.20 | PVC | 150 | 0.73 | 0.08 |
| P-221 | 204.72 | J-165 | J-153 | 105.20 | PVC | 150 | 0.32 | 0.04 |
| P-222 | 90.35 | J-159 | J-166 | 105.20 | PVC | 150 | 1.56 | 0.18 |
| P-223 | 71.43 | J-166 | J-167 | 105.20 | PVC | 150 | 2.61 | 0.3 |
| P-224 | 202.98 | J-167 | J-154 | 105.20 | PVC | 150 | 1.09 | 0.12 |
| P-225 | 57.76 | J-156 | J-167 | 105.20 | PVC | 150 | 2.09 | 0.24 |
| P-226 | 68.95 | J-167 | J-165 | 105.20 | PVC | 150 | 2.26 | 0.26 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-227 | 59.69 | J-165 | J-162 | 105.20 | PVC | 150 | 1.15 | 0.13 |
| P-228 | 54.86 | J-162 | J-143 | 105.20 | PVC | 150 | 0.99 | 0.11 |
| P-229 | 60.91 | J-163 | J-164 | 105.20 | PVC | 150 | -0.55 | 0.06 |
| P-230 | 57.24 | J-157 | J-166 | 105.20 | PVC | 150 | 1.80 | 0.21 |
| P-231 | 66.66 | J-168 | J-169 | 105.20 | PVC | 150 | 0.45 | 0.05 |
| P-232 | 63.95 | J-169 | J-170 | 105.20 | PVC | 150 | 0.50 | 0.06 |
| P-233 | 52.93 | J-170 | J-171 | 105.20 | PVC | 150 | 0.24 | 0.03 |
| P-234 | 51.95 | J-171 | J-172 | 105.20 | PVC | 150 | -0.86 | 0.1 |
| P-235 | 50.32 | J-172 | J-173 | 105.20 | PVC | 150 | -2.31 | 0.27 |
| P-236 | 57.59 | J-173 | J-174 | 105.20 | PVC | 150 | -4.53 | 0.52 |
| P-237 | 73.61 | J-174 | J-175 | 105.20 | PVC | 150 | -2.05 | 0.24 |
| P-238 | 85.81 | J-175 | J-176 | 105.20 | PVC | 150 | -1.61 | 0.19 |
| P-239 | 109.21 | J-176 | J-177 | 153.00 | PVC | 150 | -1.85 | 0.1 |
| P-240 | 94.06 | J-177 | J-178 | 153.00 | PVC | 150 | -3.69 | 0.2 |
| P-241 | 80.42 | J-178 | J-179 | 153.00 | PVC | 150 | -3.84 | 0.21 |
| P-242 | 85.81 | J-179 | J-180 | 105.20 | PVC | 150 | 2.51 | 0.29 |
| P-243 | 8.82 | J-180 | J-181 | 105.20 | PVC | 150 | 0.17 | 0.02 |
| P-244 | 107.03 | J-181 | J-175 | 105.20 | PVC | 150 | 0.95 | 0.11 |
| P-245 | 88.52 | J-177 | J-181 | 105.20 | PVC | 150 | 1.39 | 0.16 |
| P-246 | 71.04 | J-180 | J-182 | 105.20 | PVC | 150 | 1.92 | 0.22 |
| P-247 | 115.08 | J-182 | J-174 | 153.00 | PVC | 150 | 3.05 | 0.17 |
| P-248 | 155.39 | J-173 | J-183 | 105.20 | PVC | 150 | 1.40 | 0.16 |
| P-249 | 51.42 | J-183 | J-184 | 105.20 | PVC | 150 | 0.31 | 0.04 |
| P-250 | 52.11 | J-184 | J-185 | 105.20 | PVC | 150 | -0.23 | 0.03 |
| P-251 | 53.35 | J-185 | J-186 | 105.20 | PVC | 150 | -1.06 | 0.12 |
| P-252 | 46.51 | J-186 | J-187 | 105.20 | PVC | 150 | -2.57 | 0.3 |
| P-253 | 212.92 | J-187 | J-188 | 153.00 | PVC | 150 | -6.73 | 0.37 |
| P-255 | 87.58 | J-188 | J-182 | 153.00 | PVC | 150 | 2.22 | 0.12 |
| P-256 | 62.02 | J-187 | J-189 | 153.00 | PVC | 150 | 3.40 | 0.18 |
| P-257 | 53.74 | J-189 | J-190 | 153.00 | PVC | 150 | 1.39 | 0.08 |
| P-258 | 192.75 | J-190 | J-168 | 105.20 | PVC | 150 | 0.93 | 0.11 |
| P-259 | 195.62 | J-169 | J-189 | 105.20 | PVC | 150 | -1.02 | 0.12 |
| P-260 | 151.70 | J-186 | J-170 | 105.20 | PVC | 150 | 0.49 | 0.06 |
| P-261 | 152.70 | J-171 | J-185 | 105.20 | PVC | 150 | 0.28 | 0.03 |
| P-262 | 153.55 | J-184 | J-172 | 105.20 | PVC | 150 | -0.57 | 0.07 |
| P-263 | 22.56 | J-183 | J-191 | 105.20 | PVC | 150 | 0.12 | 0.01 |
| P-264 | 152.14 | J-192 | J-193 | 105.20 | PVC | 150 | 4.45 | 0.51 |
| P-265 | 35.37 | J-193 | J-194 | 105.20 | PVC | 150 | 5.10 | 0.59 |
| P-266 | 184.58 | J-194 | J-195 | 105.20 | PVC | 150 | 1.78 | 0.2 |
| P-267 | 133.61 | J-195 | J-196 | 105.20 | PVC | 150 | 1.21 | 0.14 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|--------|------|
| P-268 | 46.58 | J-196 | J-197 | 105.20 | PVC | 150 | 0.88 | 0.1 |
| P-269 | 64.49 | J-197 | J-198 | 105.20 | PVC | 150 | -0.10 | 0.01 |
| P-270 | 63.93 | J-198 | J-199 | 105.20 | PVC | 150 | 0.50 | 0.06 |
| P-271 | 127.76 | J-199 | J-200 | 105.20 | PVC | 150 | -1.81 | 0.21 |
| P-272 | 64.45 | J-200 | J-201 | 153.00 | PVC | 150 | -6.01 | 0.33 |
| P-273 | 158.19 | J-201 | J-202 | 153.00 | PVC | 150 | -6.46 | 0.35 |
| P-274 | 40.17 | J-202 | J-203 | 153.00 | PVC | 150 | -10.80 | 0.59 |
| P-275 | 150.26 | J-203 | J-204 | 153.00 | PVC | 150 | -12.90 | 0.7 |
| P-276 | 254.37 | J-204 | J-192 | 153.00 | PVC | 150 | 4.96 | 0.27 |
| P-277 | 245.38 | J-193 | J-203 | 105.20 | PVC | 150 | -1.38 | 0.16 |
| P-278 | 75.09 | J-202 | J-205 | 105.20 | PVC | 150 | 3.76 | 0.43 |
| P-279 | 56.29 | J-205 | J-206 | 105.20 | PVC | 150 | 1.52 | 0.17 |
| P-280 | 64.59 | J-206 | J-207 | 105.20 | PVC | 150 | -0.58 | 0.07 |
| P-281 | 46.97 | J-207 | J-194 | 105.20 | PVC | 150 | -2.81 | 0.32 |
| P-282 | 133.06 | J-197 | J-208 | 105.20 | PVC | 150 | -1.33 | 0.15 |
| P-283 | 182.36 | J-208 | J-207 | 105.20 | PVC | 150 | -1.09 | 0.12 |
| P-284 | 182.35 | J-206 | J-209 | 105.20 | PVC | 150 | 0.92 | 0.11 |
| P-285 | 128.83 | J-209 | J-198 | 105.20 | PVC | 150 | 1.45 | 0.17 |
| P-286 | 44.28 | J-195 | J-208 | 153.00 | PVC | 150 | -0.09 | 0.01 |
| P-287 | 65.28 | J-208 | J-209 | 153.00 | PVC | 150 | -1.79 | 0.1 |
| P-288 | 63.56 | J-209 | J-200 | 153.00 | PVC | 150 | -3.67 | 0.2 |
| P-289 | 180.10 | J-200 | J-205 | 105.20 | PVC | 150 | -0.97 | 0.11 |
| P-290 | 51.43 | J-199 | J-210 | 105.20 | PVC | 150 | 1.49 | 0.17 |
| P-291 | 45.30 | J-210 | J-211 | 105.20 | PVC | 150 | 0.68 | 0.08 |
| P-292 | 128.83 | J-211 | J-212 | 105.20 | PVC | 150 | 0.32 | 0.04 |
| P-293 | 44.90 | J-212 | J-213 | 105.20 | PVC | 150 | -0.95 | 0.11 |
| P-294 | 49.86 | J-213 | J-197 | 105.20 | PVC | 150 | -1.64 | 0.19 |
| P-295 | 127.91 | J-213 | J-210 | 105.20 | PVC | 150 | 0.03 | 0 |
| P-296 | 59.41 | J-212 | J-214 | 105.20 | PVC | 150 | 0.81 | 0.09 |
| P-297 | 84.06 | J-214 | J-215 | 105.20 | PVC | 150 | 0.27 | 0.03 |
| P-298 | 56.10 | J-214 | J-216 | 105.20 | PVC | 150 | 0.15 | 0.02 |
| P-299 | 138.60 | J-217 | J-218 | 105.20 | PVC | 150 | -0.88 | 0.1 |
| P-300 | 43.47 | J-218 | J-219 | 105.20 | PVC | 150 | -2.62 | 0.3 |
| P-301 | 82.74 | J-219 | J-220 | 153.00 | PVC | 150 | -7.00 | 0.38 |
| P-302 | 70.08 | J-220 | J-221 | 153.00 | PVC | 150 | -9.45 | 0.51 |
| P-303 | 96.11 | J-221 | J-222 | 153.00 | PVC | 150 | 8.47 | 0.46 |
| P-304 | 108.55 | J-222 | J-223 | 153.00 | PVC | 150 | 5.78 | 0.31 |
| P-305 | 42.35 | J-223 | J-224 | 105.20 | PVC | 150 | 1.79 | 0.21 |
| P-306 | 24.24 | J-224 | J-225 | 105.20 | PVC | 150 | 0.45 | 0.05 |
| P-307 | 69.69 | J-225 | J-226 | 105.20 | PVC | 150 | 1.40 | 0.16 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-308 | 37.23 | J-226 | J-227 | 105.20 | PVC | 150 | 1.90 | 0.22 |
| P-309 | 7.80 | J-227 | J-228 | 105.20 | PVC | 150 | 0.79 | 0.09 |
| P-310 | 78.76 | J-228 | J-229 | 105.20 | PVC | 150 | 0.49 | 0.06 |
| P-311 | 63.76 | J-229 | J-230 | 105.20 | PVC | 150 | -0.44 | 0.05 |
| P-312 | 96.19 | J-230 | J-231 | 105.20 | PVC | 150 | -0.27 | 0.03 |
| P-313 | 55.82 | J-231 | J-232 | 105.20 | PVC | 150 | -1.09 | 0.13 |
| P-314 | 46.13 | J-232 | J-233 | 105.20 | PVC | 150 | -0.11 | 0.01 |
| P-315 | 55.53 | J-233 | J-218 | 105.20 | PVC | 150 | -1.34 | 0.15 |
| P-316 | 123.70 | J-233 | J-234 | 105.20 | PVC | 150 | 0.51 | 0.06 |
| P-317 | 62.74 | J-234 | J-217 | 105.20 | PVC | 150 | -0.55 | 0.06 |
| P-318 | 47.87 | J-234 | J-235 | 105.20 | PVC | 150 | 0.45 | 0.05 |
| P-319 | 62.07 | J-235 | J-230 | 105.20 | PVC | 150 | 0.62 | 0.07 |
| P-320 | 111.33 | J-235 | J-232 | 105.20 | PVC | 150 | -0.62 | 0.07 |
| P-321 | 38.52 | J-232 | J-236 | 105.20 | PVC | 150 | -2.20 | 0.25 |
| P-322 | 82.92 | J-236 | J-237 | 105.20 | PVC | 150 | -1.93 | 0.22 |
| P-323 | 67.70 | J-237 | J-222 | 105.20 | PVC | 150 | -2.27 | 0.26 |
| P-324 | 98.90 | J-220 | J-237 | 105.20 | PVC | 150 | 2.09 | 0.24 |
| P-325 | 109.36 | J-237 | J-225 | 105.20 | PVC | 150 | 1.59 | 0.18 |
| P-326 | 118.43 | J-224 | J-238 | 105.20 | PVC | 150 | 0.93 | 0.11 |
| P-327 | 7.05 | J-238 | J-239 | 105.20 | PVC | 150 | 1.60 | 0.18 |
| P-328 | 30.97 | J-239 | J-240 | 105.20 | PVC | 150 | 0.91 | 0.1 |
| P-329 | 51.18 | J-240 | J-241 | 105.20 | PVC | 150 | 0.40 | 0.05 |
| P-330 | 135.26 | J-241 | J-226 | 153.00 | PVC | 150 | -0.98 | 0.05 |
| P-331 | 113.36 | J-226 | J-236 | 153.00 | PVC | 150 | -2.66 | 0.14 |
| P-332 | 100.50 | J-236 | J-219 | 153.00 | PVC | 150 | -3.87 | 0.21 |
| P-333 | 58.62 | J-228 | J-231 | 105.20 | PVC | 150 | -0.18 | 0.02 |
| P-334 | 62.69 | J-227 | J-242 | 105.20 | PVC | 150 | 0.81 | 0.09 |
| P-335 | 56.57 | J-242 | J-243 | 105.20 | PVC | 150 | 0.22 | 0.03 |
| P-336 | 57.39 | J-243 | J-244 | 105.20 | PVC | 150 | -0.23 | 0.03 |
| P-337 | 54.95 | J-244 | J-245 | 105.20 | PVC | 150 | -0.57 | 0.07 |
| P-338 | 77.11 | J-245 | J-246 | 105.20 | PVC | 150 | -1.27 | 0.15 |
| P-339 | 50.87 | J-246 | J-247 | 153.00 | PVC | 150 | -1.28 | 0.07 |
| P-340 | 38.56 | J-247 | J-248 | 153.00 | PVC | 150 | -1.68 | 0.09 |
| P-341 | 40.74 | J-248 | J-249 | 153.00 | PVC | 150 | -1.77 | 0.1 |
| P-342 | 111.97 | J-249 | J-250 | 153.00 | PVC | 150 | -1.95 | 0.11 |
| P-343 | 37.96 | J-250 | J-238 | 105.20 | PVC | 150 | 1.15 | 0.13 |
| P-344 | 108.33 | J-239 | J-248 | 105.20 | PVC | 150 | 0.30 | 0.03 |
| P-345 | 104.84 | J-247 | J-240 | 105.20 | PVC | 150 | -0.06 | 0.01 |
| P-346 | 99.87 | J-241 | J-246 | 153.00 | PVC | 150 | 0.45 | 0.02 |
| P-347 | 110.57 | J-250 | J-223 | 153.00 | PVC | 150 | -3.56 | 0.19 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-348 | 66.03 | J-229 | J-251 | 105.20 | PVC | 150 | 0.48 | 0.05 |
| P-349 | 60.28 | J-251 | J-252 | 105.20 | PVC | 150 | 0.14 | 0.02 |
| P-350 | 56.82 | J-252 | J-253 | 105.20 | PVC | 150 | -0.22 | 0.03 |
| P-351 | 55.45 | J-253 | J-254 | 105.20 | PVC | 150 | -0.40 | 0.05 |
| P-352 | 31.24 | J-254 | J-245 | 105.20 | PVC | 150 | -0.52 | 0.06 |
| P-353 | 43.04 | J-244 | J-253 | 105.20 | PVC | 150 | 0.01 | 0 |
| P-354 | 54.54 | J-243 | J-252 | 105.20 | PVC | 150 | -0.03 | 0 |
| P-355 | 69.37 | J-251 | J-242 | 105.20 | PVC | 150 | -0.08 | 0.01 |
| P-356 | 34.47 | J-255 | J-256 | 153.00 | PVC | 150 | -0.02 | 0 |
| P-357 | 74.12 | J-256 | J-257 | 153.00 | PVC | 150 | -0.56 | 0.03 |
| P-358 | 71.43 | J-257 | J-258 | 153.00 | PVC | 150 | -0.90 | 0.05 |
| P-359 | 107.10 | J-258 | J-259 | 153.00 | PVC | 150 | -0.99 | 0.05 |
| P-360 | 71.81 | J-259 | J-260 | 105.20 | PVC | 150 | 0.55 | 0.06 |
| P-361 | 75.96 | J-260 | J-261 | 105.20 | PVC | 150 | 0.26 | 0.03 |
| P-362 | 63.11 | J-261 | J-262 | 105.20 | PVC | 150 | -0.23 | 0.03 |
| P-363 | 125.01 | J-262 | J-255 | 153.00 | PVC | 150 | 0.40 | 0.02 |
| P-364 | 85.76 | J-262 | J-263 | 153.00 | PVC | 150 | -1.14 | 0.06 |
| P-365 | 78.85 | J-263 | J-264 | 153.00 | PVC | 150 | -1.68 | 0.09 |
| P-366 | 98.12 | J-264 | J-265 | 153.00 | PVC | 150 | -1.86 | 0.1 |
| P-367 | 68.92 | J-265 | J-266 | 153.00 | PVC | 150 | -2.07 | 0.11 |
| P-368 | 73.48 | J-266 | J-267 | 153.00 | PVC | 150 | -3.49 | 0.19 |
| P-369 | 74.70 | J-267 | J-268 | 153.00 | PVC | 150 | -5.12 | 0.28 |
| P-370 | 96.03 | J-268 | J-269 | 153.00 | PVC | 150 | 4.75 | 0.26 |
| P-371 | 74.11 | J-269 | J-270 | 105.20 | PVC | 150 | 1.27 | 0.15 |
| P-372 | 72.88 | J-270 | J-271 | 105.20 | PVC | 150 | 0.85 | 0.1 |
| P-373 | 74.83 | J-271 | J-264 | 105.20 | PVC | 150 | 0.28 | 0.03 |
| P-374 | 96.50 | J-271 | J-266 | 105.20 | PVC | 150 | -0.91 | 0.1 |
| P-375 | 96.63 | J-267 | J-270 | 105.20 | PVC | 150 | 1.23 | 0.14 |
| P-376 | 98.09 | J-270 | J-272 | 105.20 | PVC | 150 | 0.87 | 0.1 |
| P-377 | 74.40 | J-272 | J-273 | 105.20 | PVC | 150 | 0.45 | 0.05 |
| P-378 | 79.63 | J-273 | J-263 | 105.20 | PVC | 150 | -0.06 | 0.01 |
| P-379 | 88.39 | J-273 | J-271 | 105.20 | PVC | 150 | -0.64 | 0.07 |
| P-380 | 73.03 | J-272 | J-274 | 105.20 | PVC | 150 | -0.85 | 0.1 |
| P-381 | 114.41 | J-274 | J-259 | 153.00 | PVC | 150 | 1.96 | 0.11 |
| P-382 | 102.92 | J-272 | J-260 | 105.20 | PVC | 150 | 0.52 | 0.06 |
| P-383 | 113.73 | J-260 | J-257 | 105.20 | PVC | 150 | 0.09 | 0.01 |
| P-384 | 106.47 | J-274 | J-269 | 153.00 | PVC | 150 | -3.15 | 0.17 |
| P-385 | 93.72 | J-273 | J-261 | 105.20 | PVC | 150 | 0.42 | 0.05 |
| P-386 | 120.04 | J-261 | J-256 | 105.20 | PVC | 150 | 0.03 | 0 |
| P-387 | 66.26 | J-275 | J-276 | 105.20 | PVC | 150 | 0.06 | 0.01 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-388 | 76.13 | J-276 | J-277 | 105.20 | PVC | 150 | -0.10 | 0.01 |
| P-389 | 75.20 | J-277 | J-278 | 105.20 | PVC | 150 | -0.13 | 0.02 |
| P-390 | 82.49 | J-278 | J-279 | 105.20 | PVC | 150 | -0.25 | 0.03 |
| P-391 | 73.11 | J-279 | J-280 | 153.00 | PVC | 150 | 0.53 | 0.03 |
| P-392 | 76.42 | J-280 | J-281 | 153.00 | PVC | 150 | 0.04 | 0 |
| P-393 | 62.54 | J-281 | J-282 | 153.00 | PVC | 150 | -0.32 | 0.02 |
| P-394 | 83.14 | J-282 | J-275 | 105.20 | PVC | 150 | 0.24 | 0.03 |
| P-395 | 98.41 | J-282 | J-283 | 153.00 | PVC | 150 | -0.92 | 0.05 |
| P-396 | 94.81 | J-283 | J-284 | 153.00 | PVC | 150 | -1.73 | 0.09 |
| P-397 | 84.49 | J-284 | J-285 | 153.00 | PVC | 150 | -2.66 | 0.14 |
| P-398 | 110.47 | J-285 | J-286 | 153.00 | PVC | 150 | -3.55 | 0.19 |
| P-399 | 93.93 | J-286 | J-287 | 153.00 | PVC | 150 | -4.29 | 0.23 |
| P-400 | 27.53 | J-287 | J-288 | 153.00 | PVC | 150 | -4.44 | 0.24 |
| P-401 | 96.70 | J-288 | J-289 | 105.20 | PVC | 150 | 1.80 | 0.21 |
| P-402 | 25.30 | J-289 | J-286 | 105.20 | PVC | 150 | -0.38 | 0.04 |
| P-403 | 69.82 | J-289 | J-290 | 105.20 | PVC | 150 | 0.34 | 0.04 |
| P-404 | 73.40 | J-290 | J-291 | 105.20 | PVC | 150 | 0.73 | 0.08 |
| P-405 | 120.54 | J-291 | J-292 | 153.00 | PVC | 150 | 2.96 | 0.16 |
| P-406 | 87.50 | J-292 | J-293 | 153.00 | PVC | 150 | 2.35 | 0.13 |
| P-407 | 80.62 | J-293 | J-294 | 153.00 | PVC | 150 | 1.68 | 0.09 |
| P-408 | 99.64 | J-294 | J-279 | 153.00 | PVC | 150 | 1.02 | 0.06 |
| P-409 | 98.96 | J-280 | J-295 | 105.20 | PVC | 150 | -0.26 | 0.03 |
| P-410 | 72.55 | J-295 | J-294 | 105.20 | PVC | 150 | -0.38 | 0.04 |
| P-411 | 85.36 | J-295 | J-296 | 105.20 | PVC | 150 | -0.59 | 0.07 |
| P-412 | 87.85 | J-296 | J-297 | 105.20 | PVC | 150 | -0.92 | 0.11 |
| P-413 | 114.45 | J-297 | J-290 | 105.20 | PVC | 150 | -1.28 | 0.15 |
| P-414 | 97.89 | J-290 | J-298 | 105.20 | PVC | 150 | -2.60 | 0.3 |
| P-415 | 55.66 | J-298 | J-288 | 153.00 | PVC | 150 | 6.54 | 0.36 |
| P-416 | 74.60 | J-298 | J-299 | 153.00 | PVC | 150 | -9.69 | 0.53 |
| P-417 | 99.55 | J-299 | J-291 | 153.00 | PVC | 150 | 11.22 | 0.61 |
| P-418 | 110.49 | J-289 | J-300 | 105.20 | PVC | 150 | 1.32 | 0.15 |
| P-419 | 86.96 | J-300 | J-301 | 105.20 | PVC | 150 | 0.97 | 0.11 |
| P-420 | 89.32 | J-301 | J-302 | 105.20 | PVC | 150 | 0.58 | 0.07 |
| P-421 | 98.92 | J-302 | J-281 | 105.20 | PVC | 150 | 0.26 | 0.03 |
| P-422 | 83.19 | J-281 | J-276 | 105.20 | PVC | 150 | 0.23 | 0.03 |
| P-423 | 72.95 | J-292 | J-297 | 105.20 | PVC | 150 | 0.18 | 0.02 |
| P-424 | 72.63 | J-297 | J-300 | 105.20 | PVC | 150 | -0.28 | 0.03 |
| P-425 | 36.04 | J-300 | J-285 | 105.20 | PVC | 150 | -0.53 | 0.06 |
| P-426 | 43.65 | J-284 | J-301 | 105.20 | PVC | 150 | 0.53 | 0.06 |
| P-427 | 73.65 | J-301 | J-296 | 105.20 | PVC | 150 | 0.05 | 0.01 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-428 | 73.26 | J-296 | J-293 | 105.20 | PVC | 150 | -0.37 | 0.04 |
| P-429 | 76.24 | J-295 | J-302 | 105.20 | PVC | 150 | -0.01 | 0 |
| P-430 | 50.83 | J-302 | J-283 | 105.20 | PVC | 150 | -0.33 | 0.04 |
| P-431 | 82.56 | J-280 | J-277 | 105.20 | PVC | 150 | 0.21 | 0.02 |
| P-432 | 29.58 | J-303 | J-304 | 105.20 | PVC | 150 | -0.05 | 0.01 |
| P-433 | 49.58 | J-304 | J-305 | 105.20 | PVC | 150 | -0.24 | 0.03 |
| P-434 | 78.48 | J-305 | J-306 | 105.20 | PVC | 150 | -0.57 | 0.07 |
| P-435 | 103.71 | J-306 | J-307 | 105.20 | PVC | 150 | -0.87 | 0.1 |
| P-436 | 248.04 | J-307 | J-308 | 105.20 | PVC | 150 | -2.96 | 0.34 |
| P-437 | 101.28 | J-308 | J-309 | 105.20 | PVC | 150 | 3.76 | 0.43 |
| P-438 | 93.91 | J-309 | J-310 | 105.20 | PVC | 150 | 2.32 | 0.27 |
| P-439 | 88.97 | J-310 | J-311 | 105.20 | PVC | 150 | 1.52 | 0.18 |
| P-440 | 397.80 | J-311 | J-312 | 105.20 | PVC | 150 | 0.69 | 0.08 |
| P-441 | 388.79 | J-313 | J-314 | 105.20 | PVC | 150 | -0.45 | 0.05 |
| P-442 | 81.09 | J-314 | J-315 | 105.20 | PVC | 150 | -1.56 | 0.18 |
| P-443 | 101.56 | J-315 | J-316 | 105.20 | PVC | 150 | -1.69 | 0.19 |
| P-444 | 104.84 | J-316 | J-317 | 105.20 | PVC | 150 | 0.01 | 0 |
| P-445 | 169.72 | J-317 | J-318 | 105.20 | PVC | 150 | 1.90 | 0.22 |
| P-446 | 99.89 | J-318 | J-319 | 105.20 | PVC | 150 | 0.57 | 0.07 |
| P-447 | 92.92 | J-319 | J-303 | 105.20 | PVC | 150 | 0.13 | 0.01 |
| P-448 | 25.39 | J-319 | J-320 | 105.20 | PVC | 150 | 0.08 | 0.01 |
| P-449 | 42.50 | J-320 | J-321 | 105.20 | PVC | 150 | -0.28 | 0.03 |
| P-450 | 78.88 | J-321 | J-307 | 105.20 | PVC | 150 | -1.18 | 0.14 |
| P-451 | 92.91 | J-304 | J-320 | 105.20 | PVC | 150 | -0.06 | 0.01 |
| P-452 | 96.36 | J-321 | J-305 | 105.20 | PVC | 150 | 0.15 | 0.02 |
| P-453 | 84.65 | J-321 | J-322 | 105.20 | PVC | 150 | -0.09 | 0.01 |
| P-454 | 56.93 | J-322 | J-318 | 105.20 | PVC | 150 | -0.72 | 0.08 |
| P-455 | 50.63 | J-308 | J-323 | 105.20 | PVC | 150 | 5.05 | 0.58 |
| P-456 | 57.26 | J-323 | J-317 | 105.20 | PVC | 150 | 2.58 | 0.3 |
| P-457 | 58.39 | J-324 | J-323 | 105.20 | PVC | 150 | -0.33 | 0.04 |
| P-458 | 102.34 | J-323 | J-325 | 105.20 | PVC | 150 | 1.41 | 0.16 |
| P-459 | 40.81 | J-325 | J-316 | 105.20 | PVC | 150 | 1.95 | 0.22 |
| P-460 | 45.96 | J-325 | J-309 | 105.20 | PVC | 150 | -1.02 | 0.12 |
| P-461 | 75.94 | J-310 | J-315 | 105.20 | PVC | 150 | 0.29 | 0.03 |
| P-462 | 65.25 | J-311 | J-314 | 105.20 | PVC | 150 | -0.20 | 0.02 |
| P-463 | 189.78 | J-326 | J-327 | 105.20 | PVC | 150 | -0.77 | 0.09 |
| P-464 | 75.48 | J-327 | J-328 | 105.20 | PVC | 150 | -1.10 | 0.13 |
| P-465 | 86.25 | J-328 | J-329 | 105.20 | PVC | 150 | 1.91 | 0.22 |
| P-466 | 50.29 | J-329 | J-330 | 105.20 | PVC | 150 | 0.25 | 0.03 |
| P-467 | 49.40 | J-330 | J-331 | 105.20 | PVC | 150 | -1.10 | 0.13 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-468 | 195.80 | J-331 | J-332 | 105.20 | PVC | 150 | -1.03 | 0.12 |
| P-469 | 178.99 | J-332 | J-333 | 105.20 | PVC | 150 | -1.06 | 0.12 |
| P-470 | 46.43 | J-333 | J-334 | 105.20 | PVC | 150 | 0.81 | 0.09 |
| P-471 | 32.39 | J-334 | J-335 | 105.20 | PVC | 150 | 0.48 | 0.06 |
| P-473 | 36.79 | J-335 | J-337 | 105.20 | PVC | 150 | 0.21 | 0.02 |
| P-474 | 57.93 | J-333 | J-338 | 153.00 | PVC | 150 | -2.87 | 0.16 |
| P-475 | 78.29 | J-338 | J-339 | 105.20 | PVC | 150 | 0.45 | 0.05 |
| P-476 | 187.26 | J-338 | J-340 | 105.20 | PVC | 150 | 0.91 | 0.1 |
| P-477 | 68.59 | J-340 | J-332 | 105.20 | PVC | 150 | 1.24 | 0.14 |
| P-478 | 65.58 | J-340 | J-341 | 105.20 | PVC | 150 | -1.48 | 0.17 |
| P-479 | 39.54 | J-341 | J-342 | 105.20 | PVC | 150 | -1.34 | 0.15 |
| P-480 | 189.82 | J-342 | J-328 | 153.00 | PVC | 150 | 3.40 | 0.19 |
| P-481 | 198.02 | J-342 | J-343 | 153.00 | PVC | 150 | -5.65 | 0.31 |
| P-482 | 60.04 | J-343 | J-344 | 153.00 | PVC | 150 | 8.87 | 0.48 |
| P-483 | 193.42 | J-344 | J-341 | 105.20 | PVC | 150 | 1.23 | 0.14 |
| P-484 | 70.10 | J-338 | J-344 | 153.00 | PVC | 150 | -5.53 | 0.3 |
| P-485 | 105.81 | J-344 | J-345 | 105.20 | PVC | 150 | 0.54 | 0.06 |
| P-486 | 116.73 | J-343 | J-346 | 105.20 | PVC | 150 | 0.30 | 0.03 |
| P-487 | 30.62 | J-347 | J-348 | 153.00 | PVC | 150 | 6.78 | 0.37 |
| P-488 | 29.59 | J-348 | J-349 | 153.00 | PVC | 150 | 5.34 | 0.29 |
| P-489 | 33.66 | J-349 | J-350 | 153.00 | PVC | 150 | 4.23 | 0.23 |
| P-490 | 66.72 | J-350 | J-351 | 153.00 | PVC | 150 | 2.88 | 0.16 |
| P-491 | 30.69 | J-351 | J-352 | 153.00 | PVC | 150 | 2.44 | 0.13 |
| P-492 | 30.98 | J-352 | J-353 | 153.00 | PVC | 150 | 1.61 | 0.09 |
| P-493 | 48.20 | J-353 | J-354 | 153.00 | PVC | 150 | 0.85 | 0.05 |
| P-494 | 56.47 | J-354 | J-355 | 153.00 | PVC | 150 | 0.70 | 0.04 |
| P-495 | 32.18 | J-355 | J-356 | 153.00 | PVC | 150 | 0.42 | 0.02 |
| P-496 | 33.22 | J-356 | J-357 | 153.00 | PVC | 150 | 0.15 | 0.01 |
| P-497 | 20.80 | J-357 | J-358 | 105.20 | PVC | 150 | 0.60 | 0.07 |
| P-498 | 29.70 | J-358 | J-359 | 105.20 | PVC | 150 | 0.45 | 0.05 |
| P-499 | 35.06 | J-359 | J-360 | 105.20 | PVC | 150 | 0.19 | 0.02 |
| P-500 | 72.51 | J-360 | J-361 | 105.20 | PVC | 150 | -0.14 | 0.02 |
| P-501 | 28.65 | J-361 | J-362 | 105.20 | PVC | 150 | -0.62 | 0.07 |
| P-502 | 28.59 | J-362 | J-363 | 105.20 | PVC | 150 | -0.77 | 0.09 |
| P-503 | 29.81 | J-363 | J-364 | 105.20 | PVC | 150 | -0.89 | 0.1 |
| P-504 | 29.72 | J-364 | J-365 | 105.20 | PVC | 150 | -0.29 | 0.03 |
| P-505 | 28.94 | J-365 | J-366 | 105.20 | PVC | 150 | 0.07 | 0.01 |
| P-506 | 29.16 | J-366 | J-367 | 153.00 | PVC | 150 | 2.65 | 0.14 |
| P-507 | 28.56 | J-367 | J-368 | 153.00 | PVC | 150 | 1.69 | 0.09 |
| P-508 | 55.59 | J-368 | J-357 | 153.00 | PVC | 150 | 0.51 | 0.03 |
| P-509 | 60.46 | J-358 | J-369 | 105.20 | PVC | 150 | 0.01 | 0 |
| P-510 | 22.78 | J-369 | J-368 | 105.20 | PVC | 150 | -0.67 | 0.08 |
| P-511 | 33.68 | J-368 | J-370 | 105.20 | PVC | 150 | 0.26 | 0.03 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-512 | 32.78 | J-370 | J-371 | 105.20 | PVC | 150 | -0.07 | 0.01 |
| P-513 | 40.92 | J-371 | J-353 | 105.20 | PVC | 150 | -0.49 | 0.06 |
| P-514 | 49.97 | J-355 | J-371 | 105.20 | PVC | 150 | 0.07 | 0.01 |
| P-515 | 53.15 | J-356 | J-370 | 105.20 | PVC | 150 | 0.00 | 0 |
| P-516 | 29.25 | J-369 | J-372 | 105.20 | PVC | 150 | 0.44 | 0.05 |
| P-517 | 34.44 | J-372 | J-361 | 105.20 | PVC | 150 | -0.03 | 0 |
| P-518 | 66.80 | J-372 | J-359 | 105.20 | PVC | 150 | 0.05 | 0.01 |
| P-519 | 63.09 | J-366 | J-373 | 153.00 | PVC | 150 | -2.56 | 0.14 |
| P-520 | 32.25 | J-373 | J-374 | 153.00 | PVC | 150 | -4.13 | 0.22 |
| P-521 | 28.94 | J-374 | J-375 | 153.00 | PVC | 150 | -4.31 | 0.23 |
| P-522 | 29.55 | J-375 | J-376 | 153.00 | PVC | 150 | -4.30 | 0.23 |
| P-523 | 59.51 | J-376 | J-377 | 105.20 | PVC | 150 | 1.09 | 0.12 |
| P-524 | 29.40 | J-377 | J-378 | 105.20 | PVC | 150 | 0.96 | 0.11 |
| P-525 | 27.27 | J-378 | J-379 | 105.20 | PVC | 150 | 1.37 | 0.16 |
| P-526 | 32.90 | J-379 | J-380 | 105.20 | PVC | 150 | 1.50 | 0.17 |
| P-527 | 63.34 | J-380 | J-364 | 105.20 | PVC | 150 | 0.84 | 0.1 |
| P-528 | 62.99 | J-365 | J-381 | 105.20 | PVC | 150 | -0.74 | 0.09 |
| P-529 | 28.76 | J-381 | J-380 | 105.20 | PVC | 150 | -0.45 | 0.05 |
| P-530 | 30.08 | J-381 | J-373 | 105.20 | PVC | 150 | -0.75 | 0.09 |
| P-532 | 61.13 | J-349 | J-374 | 105.20 | PVC | 150 | 0.68 | 0.08 |
| P-533 | 58.99 | J-374 | J-379 | 105.20 | PVC | 150 | 0.38 | 0.04 |
| P-534 | 59.17 | J-378 | J-375 | 105.20 | PVC | 150 | -0.67 | 0.08 |
| P-535 | 51.85 | J-375 | J-348 | 105.20 | PVC | 150 | -1.14 | 0.13 |
| P-536 | 43.12 | J-347 | J-376 | 153.00 | PVC | 150 | 5.62 | 0.31 |
| P-538 | 98.63 | J-367 | J-352 | 105.20 | PVC | 150 | -0.28 | 0.03 |
| P-539 | 87.93 | J-367 | J-362 | 105.20 | PVC | 150 | 0.40 | 0.05 |
| P-540 | 260.34 | J-382 | J-383 | 105.20 | PVC | 150 | -0.84 | 0.1 |
| P-541 | 167.68 | J-383 | J-384 | 105.20 | PVC | 150 | -1.63 | 0.19 |
| P-542 | 55.08 | J-384 | J-385 | 153.00 | PVC | 150 | -2.44 | 0.13 |
| P-543 | 102.18 | J-385 | J-386 | 153.00 | PVC | 150 | 3.92 | 0.21 |
| P-544 | 27.26 | J-386 | J-387 | 153.00 | PVC | 150 | 2.99 | 0.16 |
| P-545 | 260.65 | J-387 | J-388 | 105.20 | PVC | 150 | 1.93 | 0.22 |
| P-546 | 353.10 | J-388 | J-389 | 105.20 | PVC | 150 | 0.72 | 0.08 |
| P-547 | 137.43 | J-386 | J-390 | 105.20 | PVC | 150 | 0.33 | 0.04 |
| P-548 | 123.13 | J-387 | J-391 | 105.20 | PVC | 150 | 0.27 | 0.03 |
| P-549 | 138.81 | J-329 | J-392 | 105.20 | PVC | 150 | 0.66 | 0.08 |
| P-550 | 132.22 | J-393 | J-330 | 105.20 | PVC | 150 | -0.60 | 0.07 |
| P-551 | 72.44 | J-331 | J-326 | 105.20 | PVC | 150 | -0.53 | 0.06 |
| P-552 | 67.28 | J-394 | J-395 | 153.00 | PVC | 150 | 4.91 | 0.27 |
| P-553 | 67.25 | J-395 | J-396 | 153.00 | PVC | 150 | 2.66 | 0.14 |
| P-554 | 58.25 | J-396 | J-397 | 153.00 | PVC | 150 | 1.42 | 0.08 |
| P-555 | 364.45 | J-397 | J-398 | 105.20 | PVC | 150 | 0.85 | 0.1 |
| P-556 | 74.57 | J-398 | J-399 | 105.20 | PVC | 150 | 0.37 | 0.04 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-557 | 40.59 | J-399 | J-400 | 105.20 | PVC | 150 | -0.30 | 0.03 |
| P-558 | 54.73 | J-400 | J-401 | 105.20 | PVC | 150 | -0.63 | 0.07 |
| P-559 | 65.11 | J-401 | J-402 | 105.20 | PVC | 150 | -1.31 | 0.15 |
| P-560 | 318.87 | J-402 | J-403 | 153.00 | PVC | 150 | -2.18 | 0.12 |
| P-561 | 65.51 | J-403 | J-394 | 153.00 | PVC | 150 | -5.26 | 0.29 |
| P-562 | 38.63 | J-403 | J-404 | 105.20 | PVC | 150 | 2.14 | 0.25 |
| P-563 | 37.36 | J-404 | J-405 | 105.20 | PVC | 150 | 1.69 | 0.19 |
| P-564 | 278.03 | J-405 | J-401 | 105.20 | PVC | 150 | 0.41 | 0.05 |
| P-565 | 270.02 | J-400 | J-406 | 105.20 | PVC | 150 | -0.51 | 0.06 |
| P-566 | 44.45 | J-406 | J-405 | 105.20 | PVC | 150 | -0.01 | 0 |
| P-567 | 107.11 | J-406 | J-395 | 105.20 | PVC | 150 | -1.68 | 0.19 |
| P-568 | 145.41 | J-396 | J-407 | 105.20 | PVC | 150 | 0.63 | 0.07 |
| P-569 | 37.58 | J-404 | J-408 | 105.20 | PVC | 150 | 0.15 | 0.02 |
| P-570 | 91.09 | J-399 | J-409 | 105.20 | PVC | 150 | 0.36 | 0.04 |
| P-571 | 89.82 | J-410 | J-411 | 105.20 | PVC | 150 | -0.27 | 0.03 |
| P-572 | 134.97 | J-411 | J-412 | 105.20 | PVC | 150 | -1.81 | 0.21 |
| P-573 | 69.19 | J-412 | J-413 | 105.20 | PVC | 150 | -4.77 | 0.55 |
| P-574 | 76.64 | J-413 | J-414 | 153.00 | PVC | 150 | -8.50 | 0.46 |
| P-575 | 82.37 | J-414 | J-415 | 153.00 | PVC | 150 | -8.74 | 0.48 |
| P-576 | 51.53 | J-415 | J-416 | 153.00 | PVC | 150 | 9.63 | 0.52 |
| P-577 | 41.33 | J-416 | J-417 | 153.00 | PVC | 150 | 4.01 | 0.22 |
| P-578 | 50.90 | J-417 | J-418 | 153.00 | PVC | 150 | 2.09 | 0.11 |
| P-579 | 330.96 | J-418 | J-419 | 105.20 | PVC | 150 | 0.15 | 0.02 |
| P-580 | 52.00 | J-418 | J-420 | 105.20 | PVC | 150 | 1.39 | 0.16 |
| P-581 | 21.90 | J-420 | J-421 | 105.20 | PVC | 150 | 1.06 | 0.12 |
| P-582 | 26.58 | J-421 | J-422 | 105.20 | PVC | 150 | 0.89 | 0.1 |
| P-583 | 51.76 | J-422 | J-423 | 105.20 | PVC | 150 | 0.49 | 0.06 |
| P-584 | 48.63 | J-423 | J-424 | 105.20 | PVC | 150 | -0.08 | 0.01 |
| P-585 | 27.84 | J-424 | J-425 | 105.20 | PVC | 150 | 0.06 | 0.01 |
| P-586 | 31.40 | J-423 | J-426 | 105.20 | PVC | 150 | 0.15 | 0.02 |
| P-587 | 34.97 | J-427 | J-422 | 105.20 | PVC | 150 | -0.12 | 0.01 |
| P-588 | 42.54 | J-420 | J-428 | 105.20 | PVC | 150 | 0.12 | 0.01 |
| P-589 | 48.74 | J-421 | J-429 | 105.20 | PVC | 150 | -0.16 | 0.02 |
| P-590 | 78.88 | J-429 | J-424 | 105.20 | PVC | 150 | 0.65 | 0.08 |
| P-591 | 73.09 | J-429 | J-417 | 105.20 | PVC | 150 | -1.47 | 0.17 |
| P-592 | 38.81 | J-416 | J-430 | 105.20 | PVC | 150 | 5.32 | 0.61 |
| P-593 | 39.86 | J-430 | J-431 | 105.20 | PVC | 150 | 3.67 | 0.42 |
| P-594 | 40.96 | J-431 | J-432 | 105.20 | PVC | 150 | 2.48 | 0.29 |
| P-595 | 35.80 | J-432 | J-433 | 105.20 | PVC | 150 | 1.26 | 0.14 |
| P-596 | 30.09 | J-433 | J-434 | 105.20 | PVC | 150 | 0.06 | 0.01 |
| P-597 | 189.02 | J-433 | J-435 | 105.20 | PVC | 150 | 0.42 | 0.05 |
| P-598 | 41.76 | J-435 | J-436 | 105.20 | PVC | 150 | 1.18 | 0.14 |
| P-599 | 22.95 | J-436 | J-437 | 105.20 | PVC | 150 | 0.09 | 0.01 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|--------|------|
| P-600 | 135.83 | J-436 | J-438 | 105.20 | PVC | 150 | 0.48 | 0.06 |
| P-601 | 193.17 | J-432 | J-439 | 105.20 | PVC | 150 | 0.20 | 0.02 |
| P-602 | 41.69 | J-439 | J-440 | 105.20 | PVC | 150 | -2.47 | 0.28 |
| P-603 | 39.69 | J-440 | J-441 | 105.20 | PVC | 150 | -3.33 | 0.38 |
| P-604 | 14.62 | J-441 | J-413 | 105.20 | PVC | 150 | -3.64 | 0.42 |
| P-605 | 34.17 | J-439 | J-435 | 105.20 | PVC | 150 | 1.67 | 0.19 |
| P-606 | 199.59 | J-440 | J-431 | 105.20 | PVC | 150 | -0.17 | 0.02 |
| P-607 | 204.00 | J-430 | J-441 | 105.20 | PVC | 150 | 0.62 | 0.07 |
| P-608 | 205.58 | J-412 | J-442 | 105.20 | PVC | 150 | 1.18 | 0.14 |
| P-609 | 175.96 | J-443 | J-411 | 105.20 | PVC | 150 | -0.39 | 0.05 |
| P-610 | 202.99 | J-384 | J-444 | 105.20 | PVC | 150 | 0.36 | 0.04 |
| P-611 | 364.81 | J-445 | J-446 | 105.20 | PVC | 150 | -2.08 | 0.24 |
| P-612 | 47.31 | J-446 | J-447 | 105.20 | PVC | 150 | 5.07 | 0.58 |
| P-613 | 61.66 | J-447 | J-448 | 105.20 | PVC | 150 | 2.28 | 0.26 |
| P-614 | 344.14 | J-448 | J-449 | 105.20 | PVC | 150 | 0.80 | 0.09 |
| P-615 | 62.46 | J-449 | J-450 | 105.20 | PVC | 150 | -0.74 | 0.08 |
| P-616 | 47.55 | J-450 | J-445 | 105.20 | PVC | 150 | -1.23 | 0.14 |
| P-617 | 363.54 | J-450 | J-447 | 105.20 | PVC | 150 | -1.16 | 0.13 |
| P-618 | 57.11 | J-451 | J-452 | 105.20 | PVC | 150 | -0.59 | 0.07 |
| P-619 | 56.66 | J-452 | J-453 | 105.20 | PVC | 150 | -1.48 | 0.17 |
| P-620 | 70.98 | J-453 | J-454 | 105.20 | PVC | 150 | -2.99 | 0.34 |
| P-621 | 51.10 | J-454 | J-455 | 105.20 | PVC | 150 | -3.15 | 0.36 |
| P-622 | 46.40 | J-455 | J-456 | 105.20 | PVC | 150 | -3.24 | 0.37 |
| P-623 | 311.01 | J-456 | J-457 | 105.20 | PVC | 150 | -2.02 | 0.23 |
| P-624 | 61.98 | J-457 | J-458 | 153.00 | PVC | 150 | 13.99 | 0.76 |
| P-625 | 61.88 | J-458 | J-459 | 153.00 | PVC | 150 | 10.95 | 0.6 |
| P-626 | 58.48 | J-459 | J-460 | 153.00 | PVC | 150 | 8.48 | 0.46 |
| P-627 | 13.22 | J-460 | J-446 | 153.00 | PVC | 150 | 7.96 | 0.43 |
| P-628 | 243.60 | J-460 | J-461 | 105.20 | PVC | 150 | -0.12 | 0.01 |
| P-629 | 126.17 | J-461 | J-451 | 105.20 | PVC | 150 | -0.35 | 0.04 |
| P-630 | 123.64 | J-452 | J-462 | 105.20 | PVC | 150 | 0.40 | 0.05 |
| P-631 | 46.77 | J-462 | J-461 | 105.20 | PVC | 150 | 0.58 | 0.07 |
| P-632 | 48.61 | J-462 | J-463 | 105.20 | PVC | 150 | -0.78 | 0.09 |
| P-633 | 123.25 | J-463 | J-453 | 105.20 | PVC | 150 | -0.94 | 0.11 |
| P-634 | 239.72 | J-463 | J-459 | 105.20 | PVC | 150 | -1.38 | 0.16 |
| P-635 | 358.85 | J-458 | J-454 | 105.20 | PVC | 150 | 1.35 | 0.16 |
| P-636 | 64.71 | J-456 | J-464 | 105.20 | PVC | 150 | -2.58 | 0.3 |
| P-637 | 311.36 | J-464 | J-465 | 105.20 | PVC | 150 | -3.21 | 0.37 |
| P-638 | 60.30 | J-465 | J-457 | 153.00 | PVC | 150 | 17.21 | 0.94 |
| P-639 | 119.95 | J-465 | J-466 | 191.20 | PVC | 150 | -20.94 | 0.73 |
| P-640 | 16.54 | J-466 | J-467 | 191.20 | PVC | 150 | -43.41 | 1.51 |
| P-641 | 108.75 | J-467 | J-468 | 191.20 | PVC | 150 | -59.89 | 2.09 |
| P-643 | 140.33 | J-469 | J-470 | 105.20 | PVC | 150 | 0.30 | 0.03 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|------|
| P-644 | 69.14 | J-469 | J-471 | 105.20 | PVC | 150 | 3.27 | 0.38 |
| P-645 | 53.74 | J-471 | J-472 | 105.20 | PVC | 150 | 1.27 | 0.15 |
| P-646 | 63.38 | J-472 | J-473 | 105.20 | PVC | 150 | 0.42 | 0.05 |
| P-647 | 41.65 | J-473 | J-474 | 105.20 | PVC | 150 | 0.21 | 0.02 |
| P-648 | 60.37 | J-474 | J-475 | 105.20 | PVC | 150 | 0.03 | 0 |
| P-649 | 37.49 | J-475 | J-472 | 105.20 | PVC | 150 | -0.61 | 0.07 |
| P-650 | 95.57 | J-475 | J-476 | 105.20 | PVC | 150 | 0.13 | 0.01 |
| P-651 | 56.45 | J-476 | J-477 | 105.20 | PVC | 150 | -0.08 | 0.01 |
| P-652 | 111.51 | J-477 | J-478 | 105.20 | PVC | 150 | 0.12 | 0.01 |
| P-653 | 7.45 | J-478 | J-479 | 105.20 | PVC | 150 | 0.61 | 0.07 |
| P-654 | 45.71 | J-479 | J-480 | 105.20 | PVC | 150 | 0.07 | 0.01 |
| P-656 | 134.22 | J-479 | J-482 | 105.20 | PVC | 150 | 0.24 | 0.03 |
| P-657 | 42.39 | J-482 | J-483 | 105.20 | PVC | 150 | 0.00 | 0 |
| P-658 | 133.92 | J-483 | J-480 | 105.20 | PVC | 150 | -0.24 | 0.03 |
| P-659 | 151.55 | J-480 | J-484 | 105.20 | PVC | 150 | -0.87 | 0.1 |
| P-661 | 51.40 | J-485 | J-486 | 105.20 | PVC | 150 | 0.61 | 0.07 |
| P-662 | 55.44 | J-486 | J-471 | 105.20 | PVC | 150 | -0.60 | 0.07 |
| P-663 | 89.92 | J-471 | J-487 | 105.20 | PVC | 150 | 0.94 | 0.11 |
| P-664 | 46.76 | J-487 | J-477 | 105.20 | PVC | 150 | 0.63 | 0.07 |
| P-665 | 50.44 | J-487 | J-488 | 105.20 | PVC | 150 | -0.20 | 0.02 |
| P-666 | 59.44 | J-488 | J-489 | 105.20 | PVC | 150 | 0.20 | 0.02 |
| P-667 | 46.28 | J-489 | J-478 | 105.20 | PVC | 150 | 0.67 | 0.08 |
| P-668 | 91.54 | J-489 | J-485 | 105.20 | PVC | 150 | -0.92 | 0.11 |
| P-669 | 91.45 | J-486 | J-488 | 105.20 | PVC | 150 | 0.76 | 0.09 |
| P-670 | 3.77 | J-467 | J-490 | 191.20 | PVC | 150 | 16.47 | 0.57 |
| P-671 | 10.41 | J-490 | J-491 | 153.00 | PVC | 150 | 5.52 | 0.3 |
| P-672 | 506.64 | J-491 | J-492 | 153.00 | PVC | 150 | 4.43 | 0.24 |
| P-673 | 74.71 | J-492 | J-493 | 153.00 | PVC | 150 | 3.35 | 0.18 |
| P-674 | 13.12 | J-493 | J-494 | 153.00 | PVC | 150 | 3.26 | 0.18 |
| P-675 | 83.79 | J-494 | J-495 | 105.20 | PVC | 150 | 0.80 | 0.09 |
| P-676 | 95.65 | J-495 | J-496 | 105.20 | PVC | 150 | 0.29 | 0.03 |
| P-677 | 57.70 | J-496 | J-497 | 105.20 | PVC | 150 | -0.31 | 0.04 |
| P-678 | 102.77 | J-497 | J-498 | 153.00 | PVC | 150 | 0.30 | 0.02 |
| P-679 | 216.52 | J-498 | J-499 | 105.20 | PVC | 150 | -2.01 | 0.23 |
| P-680 | 64.72 | J-499 | J-500 | 153.00 | PVC | 150 | 7.89 | 0.43 |
| P-681 | 63.11 | J-500 | J-501 | 153.00 | PVC | 150 | 5.63 | 0.31 |
| P-682 | 62.67 | J-501 | J-502 | 105.20 | PVC | 150 | 2.72 | 0.31 |
| P-683 | 74.01 | J-502 | J-503 | 105.20 | PVC | 150 | 1.47 | 0.17 |
| P-684 | 39.31 | J-503 | J-504 | 105.20 | PVC | 150 | 1.08 | 0.12 |
| P-685 | 212.34 | J-504 | J-505 | 105.20 | PVC | 150 | -0.04 | 0 |
| P-686 | 42.92 | J-505 | J-506 | 105.20 | PVC | 150 | -1.07 | 0.12 |
| P-687 | 219.30 | J-506 | J-503 | 105.20 | PVC | 150 | 0.15 | 0.02 |
| P-688 | 56.69 | J-506 | J-507 | 105.20 | PVC | 150 | -1.61 | 0.18 |



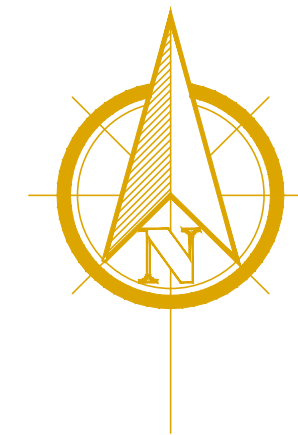
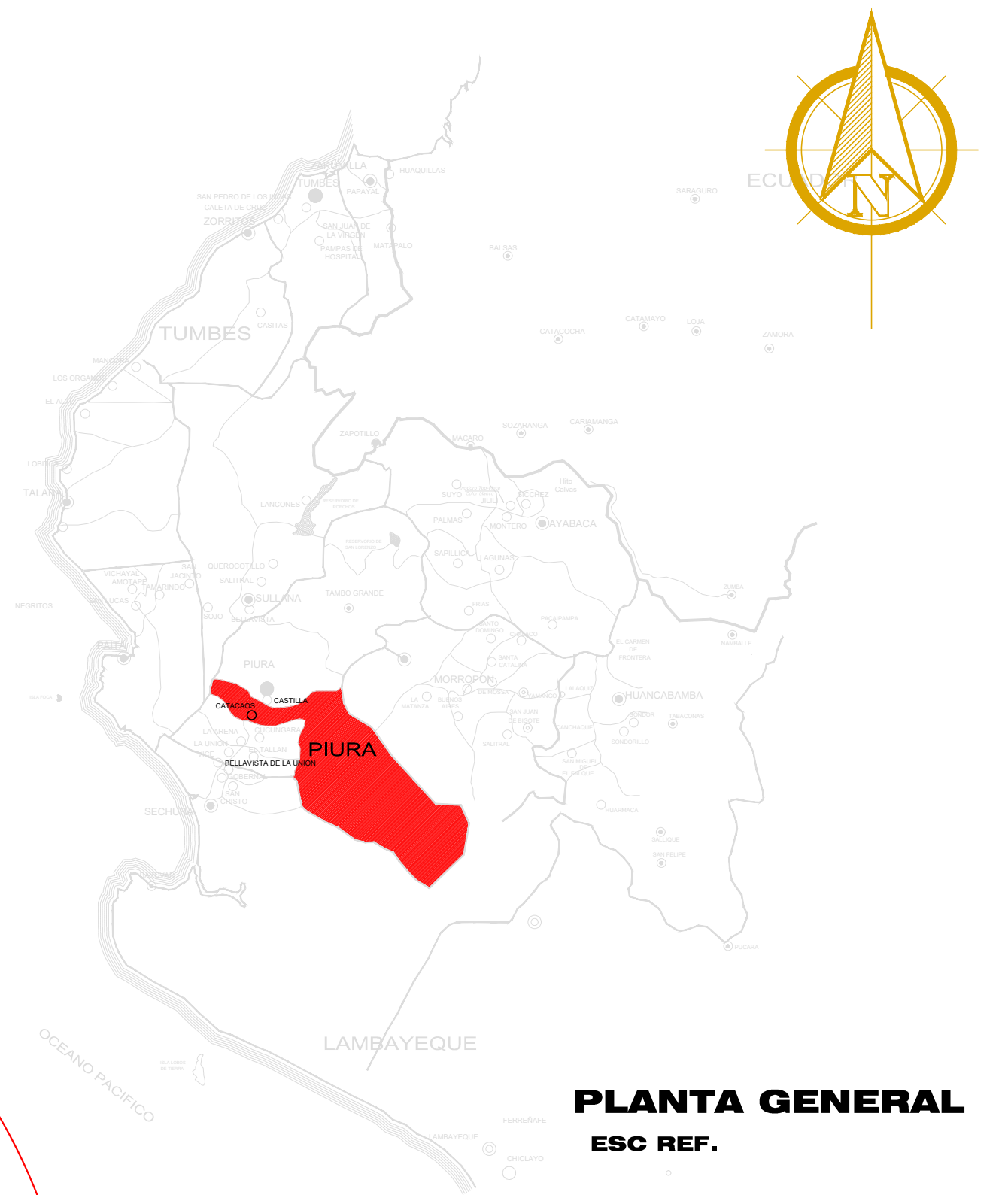
| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|--------|------|
| P-689 | 60.70 | J-507 | J-508 | 105.20 | PVC | 150 | -2.38 | 0.27 |
| P-690 | 66.82 | J-508 | J-509 | 153.00 | PVC | 150 | -1.46 | 0.08 |
| P-691 | 62.16 | J-509 | J-498 | 153.00 | PVC | 150 | -1.16 | 0.06 |
| P-692 | 222.41 | J-502 | J-507 | 105.20 | PVC | 150 | 0.22 | 0.03 |
| P-693 | 223.17 | J-508 | J-501 | 153.00 | PVC | 150 | -1.86 | 0.1 |
| P-694 | 222.58 | J-500 | J-509 | 105.20 | PVC | 150 | 1.24 | 0.14 |
| P-695 | 49.25 | J-490 | J-499 | 153.00 | PVC | 150 | 10.92 | 0.59 |
| P-696 | 166.88 | J-494 | J-497 | 153.00 | PVC | 150 | 1.55 | 0.08 |
| P-697 | 4.59 | J-466 | J-510 | 191.20 | PVC | 150 | 22.48 | 0.78 |
| P-698 | 509.69 | J-510 | J-511 | 153.00 | PVC | 150 | 6.39 | 0.35 |
| P-699 | 60.22 | J-511 | J-512 | 153.00 | PVC | 150 | 5.30 | 0.29 |
| P-700 | 89.76 | J-512 | J-513 | 153.00 | PVC | 150 | 4.24 | 0.23 |
| P-701 | 71.56 | J-513 | J-514 | 153.00 | PVC | 150 | 3.99 | 0.22 |
| P-702 | 127.37 | J-514 | J-515 | 153.00 | PVC | 150 | 2.71 | 0.15 |
| P-703 | 52.88 | J-515 | J-516 | 153.00 | PVC | 150 | 1.01 | 0.05 |
| P-704 | 391.42 | J-516 | J-517 | 153.00 | PVC | 150 | 0.58 | 0.03 |
| P-705 | 109.16 | J-517 | J-518 | 153.00 | PVC | 150 | -1.11 | 0.06 |
| P-706 | 80.18 | J-518 | J-519 | 153.00 | PVC | 150 | -1.83 | 0.1 |
| P-707 | 111.36 | J-519 | J-520 | 153.00 | PVC | 150 | -2.95 | 0.16 |
| P-708 | 55.15 | J-520 | J-521 | 153.00 | PVC | 150 | -4.85 | 0.26 |
| P-709 | 57.05 | J-521 | J-522 | 153.00 | PVC | 150 | -7.94 | 0.43 |
| P-710 | 60.03 | J-522 | J-523 | 153.00 | PVC | 150 | -11.33 | 0.62 |
| P-711 | 61.54 | J-523 | J-510 | 153.00 | PVC | 150 | -14.97 | 0.81 |
| P-712 | 61.67 | J-520 | J-524 | 105.20 | PVC | 150 | 1.44 | 0.17 |
| P-713 | 65.43 | J-524 | J-525 | 105.20 | PVC | 150 | 0.62 | 0.07 |
| P-714 | 187.53 | J-525 | J-526 | 105.20 | PVC | 150 | 0.29 | 0.03 |
| P-715 | 57.93 | J-526 | J-527 | 105.20 | PVC | 150 | 0.06 | 0.01 |
| P-716 | 30.10 | J-527 | J-528 | 105.20 | PVC | 150 | -0.06 | 0.01 |
| P-717 | 56.77 | J-528 | J-529 | 105.20 | PVC | 150 | -0.18 | 0.02 |
| P-718 | 14.85 | J-529 | J-530 | 105.20 | PVC | 150 | -0.15 | 0.02 |
| P-719 | 22.77 | J-530 | J-526 | 105.20 | PVC | 150 | 0.28 | 0.03 |
| P-720 | 58.74 | J-529 | J-518 | 105.20 | PVC | 150 | -0.15 | 0.02 |
| P-721 | 69.48 | J-530 | J-531 | 105.20 | PVC | 150 | -0.43 | 0.05 |
| P-722 | 25.18 | J-531 | J-532 | 105.20 | PVC | 150 | -0.49 | 0.06 |
| P-723 | 114.26 | J-532 | J-524 | 105.20 | PVC | 150 | -0.40 | 0.05 |
| P-724 | 60.75 | J-532 | J-519 | 105.20 | PVC | 150 | -0.48 | 0.06 |
| P-725 | 670.92 | J-521 | J-515 | 105.20 | PVC | 150 | 0.65 | 0.08 |
| P-726 | 571.98 | J-514 | J-522 | 105.20 | PVC | 150 | -1.03 | 0.12 |
| P-727 | 506.15 | J-523 | J-512 | 105.20 | PVC | 150 | 1.56 | 0.18 |
| P-728 | 75.44 | J-533 | J-517 | 105.20 | PVC | 150 | -0.18 | 0.02 |
| P-729 | 37.25 | J-496 | J-534 | 105.20 | PVC | 150 | 0.18 | 0.02 |
| P-730 | 80.54 | J-534 | J-535 | 105.20 | PVC | 150 | 0.09 | 0.01 |
| P-731 | 33.87 | J-373 | J-536 | 105.20 | PVC | 150 | 0.40 | 0.05 |



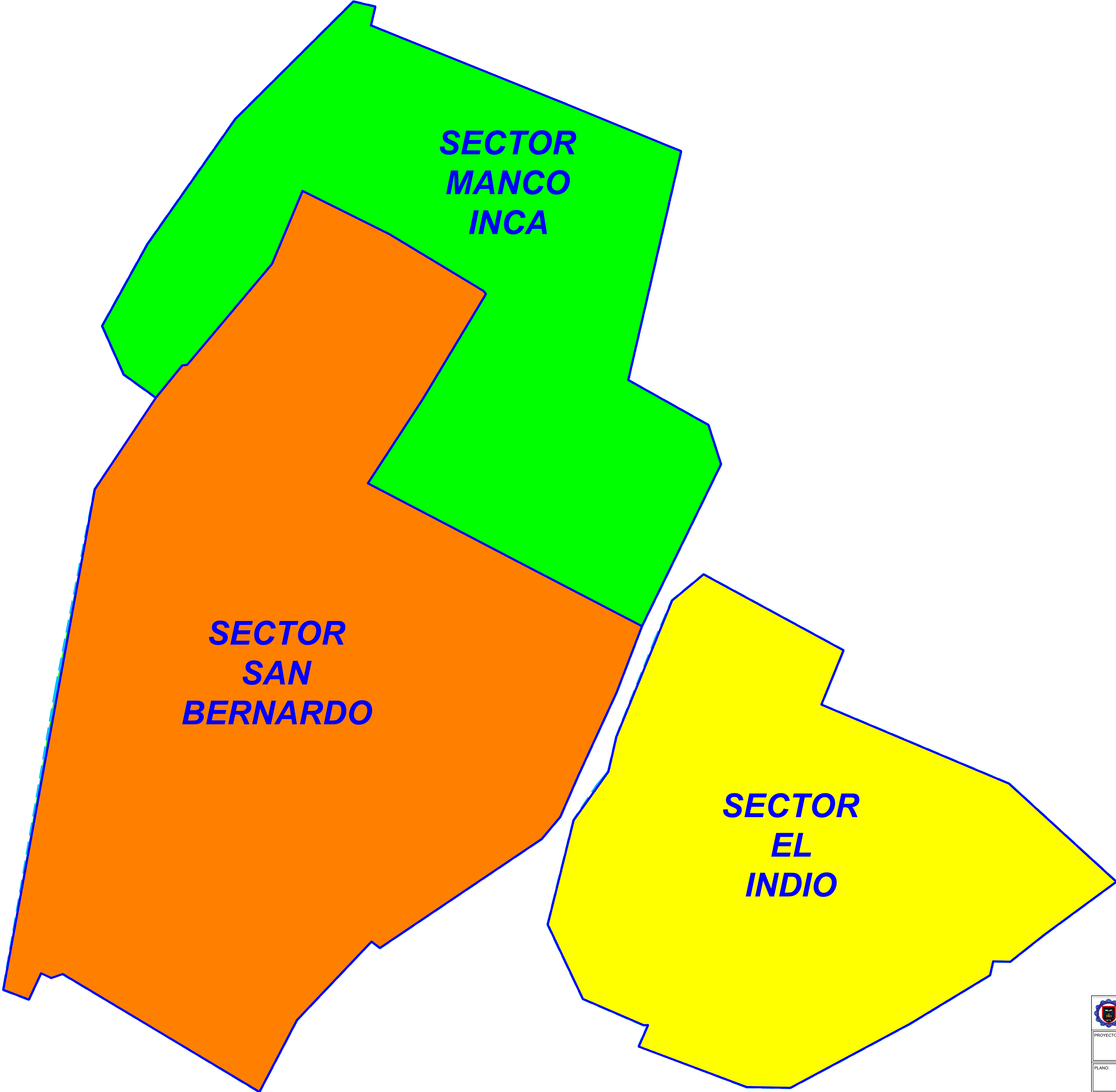
| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------------------------------|-------|--------|-----|-----|--------|------|
| P-732 | 36.80 | J-536 | J-350 | 105.20 | PVC | 150 | -0.90 | 0.1 |
| P-733 | 55.13 | J-351 | J-537 | 105.20 | PVC | 150 | 0.12 | 0.01 |
| P-734 | 33.95 | J-537 | J-366 | 105.20 | PVC | 150 | 0.36 | 0.04 |
| P-735 | 62.87 | J-536 | J-537 | 105.20 | PVC | 150 | 0.81 | 0.09 |
| P-736 | 125.76 | J-61 | J-538 | 105.20 | PVC | 150 | 2.00 | 0.23 |
| P-737 | 161.59 | J-538 | J-65 | 105.20 | PVC | 150 | 0.69 | 0.08 |
| P-738 | 54.83 | J-50 | J-538 | 105.20 | PVC | 150 | -1.90 | 0.22 |
| P-739 | 290.91 | J-57 | J-539 | 105.20 | PVC | 150 | 0.28 | 0.03 |
| P-740 | 117.98 | J-539 | J-60 | 105.20 | PVC | 150 | -2.60 | 0.3 |
| P-741 | 40.14 | J-538 | J-539 | 105.20 | PVC | 150 | -1.32 | 0.15 |
| P-742 | 25.96 | RESERVORIO SAN BERNARDO | J-540 | 301.20 | PVC | 150 | 154.65 | 2.17 |
| P-743 | 319.13 | J-540 | J-541 | 301.20 | PVC | 150 | 116.49 | 1.63 |
| P-744 | 93.59 | J-541 | J-542 | 239.00 | PVC | 150 | 43.78 | 0.98 |
| P-746 | 13.53 | J-541 | J-308 | 191.20 | PVC | 150 | 12.58 | 0.44 |
| P-747 | 119.92 | J-542 | J-385 | 191.20 | PVC | 150 | 6.49 | 0.23 |
| P-749 | 26.41 | RESERVORIO EL INDIO | J-468 | 191.20 | PVC | 150 | 67.79 | 2.36 |
| P-750 | 32.68 | RESERVORIO MANCO INCA | J-543 | 301.20 | PVC | 150 | 91.63 | 1.29 |
| P-751 | 62.35 | J-188 | J-544 | 153.00 | PVC | 150 | -9.91 | 0.54 |
| P-752 | 9.56 | J-544 | J-179 | 153.00 | PVC | 150 | 6.74 | 0.37 |
| P-753 | 4.25 | J-543 | J-544 | 191.20 | PVC | 150 | 16.65 | 0.58 |
| P-754 | 99.20 | J-543 | J-545 | 239.00 | PVC | 150 | 74.97 | 1.67 |
| P-758 | 6.99 | J-547 | J-343 | 191.20 | PVC | 150 | 15.63 | 0.54 |
| P-759 | 150.58 | J-547 | J-347 | 191.20 | PVC | 150 | 12.52 | 0.44 |
| P-760 | 169.82 | J-545 | J-548 | 239.00 | PVC | 150 | 74.97 | 1.67 |
| P-761 | 88.91 | J-548 | J-549 | 239.00 | PVC | 150 | 46.04 | 1.03 |
| P-762 | 6.71 | J-549 | J-550 | 239.00 | PVC | 150 | 28.09 | 0.63 |
| P-763 | 8.44 | J-550 | J-221 | 191.20 | PVC | 150 | 18.07 | 0.63 |
| P-764 | 14.36 | J-550 | J-268 | 191.20 | PVC | 150 | 10.02 | 0.35 |
| P-765 | 6.77 | J-549 | J-204 | 191.20 | PVC | 150 | 17.95 | 0.63 |
| P-766 | 235.21 | J-548 | J-551 | 239.00 | PVC | 150 | 28.93 | 0.64 |
| P-767 | 196.82 | J-551 | J-415 | 191.20 | PVC | 150 | 18.61 | 0.65 |
| P-768 | 104.13 | J-551 | J-394 | 191.20 | PVC | 150 | 10.32 | 0.36 |
| P-771 | 105.30 | J-542 | J-552 | 239.00 | PVC | 150 | 37.29 | 0.83 |
| P-772 | 188.35 | J-552 | J-1 | 191.20 | PVC | 150 | 19.28 | 0.67 |
| P-773 | 8.80 | J-75 | J-552 | 191.20 | PVC | 150 | -18.01 | 0.63 |
| P-774 | 65.40 | J-477 | J-553 | 105.20 | PVC | 150 | 0.09 | 0.01 |
| P-775 | 14.55 | J-335 | J-555 | 105.20 | PVC | 150 | 0.03 | 0 |
| P-776 | 27.63 | J-555 | J-336 | 105.20 | PVC | 150 | 0.00 | 0 |
| P-777 | 33.37 | J-554 | J-555 | 105.20 | PVC | 150 | -0.03 | 0 |
| P-779 | 358.69 | J-556 | J-541 | 239.00 | PVC | 150 | -60.13 | 1.34 |



| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|--------|------|
| P-781 | 185.07 | J-557 | J-547 | 191.20 | PVC | 150 | 28.15 | 0.98 |
| P-783 | 9.54 | J-556 | J-299 | 191.20 | PVC | 150 | 21.15 | 0.74 |
| P-785 | 98.99 | J-556 | J-558 | 239.00 | PVC | 150 | 38.98 | 0.87 |
| P-786 | 10.52 | J-558 | J-557 | 239.00 | PVC | 150 | 28.15 | 0.63 |
| P-787 | 11.64 | J-158 | J-558 | 191.20 | PVC | 150 | -19.46 | 0.68 |
| P-788 | 11.04 | J-558 | J-291 | 191.20 | PVC | 150 | -8.63 | 0.3 |
| P-789 | 11.64 | J-468 | J-559 | 153.00 | PVC | 150 | 7.63 | 0.42 |
| P-790 | 125.63 | J-559 | J-469 | 153.00 | PVC | 150 | 4.14 | 0.23 |
| P-791 | 30.76 | J-484 | J-560 | 105.20 | PVC | 150 | -1.56 | 0.18 |
| P-792 | 24.45 | J-560 | J-485 | 105.20 | PVC | 150 | 1.93 | 0.22 |
| P-793 | 79.28 | J-559 | J-560 | 105.20 | PVC | 150 | 3.49 | 0.4 |
| P-795 | 5.47 | J-561 | J-109 | 191.20 | PVC | 150 | 16.32 | 0.57 |
| P-796 | 56.06 | J-561 | J-562 | 191.20 | PVC | 150 | -16.32 | 0.57 |
| P-798 | 4.02 | J-562 | J-563 | 191.20 | PVC | 150 | -16.32 | 0.57 |
| P-799 | 39.58 | J-563 | J-540 | 191.20 | PVC | 150 | -38.17 | 1.33 |
| P-800 | 3.50 | J-64 | J-563 | 191.20 | PVC | 150 | -21.84 | 0.76 |



| | | | | | | |
|-----------|---------------------------|------------|--|---------------|---|---|
| DISTRITO: | CASTILLA | PROVINCIA: | PIURA | DEPARTAMENTO: | PIURA | PLANO : <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">U-01</div> ESCALA: REFERENCIAL |
| REVISADO: | MSC Carmen Chilon. Muñoz | REVISADO: | Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Andnanzen. | REVISADO: | Ing. Aurelio Domestogenes Mendoza Montenegro. | |
| TESISTA: | JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE. | ASESOR: | Ing. Julián Domestogenes León | FECHA: | OCTUBRE 2017 | |



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

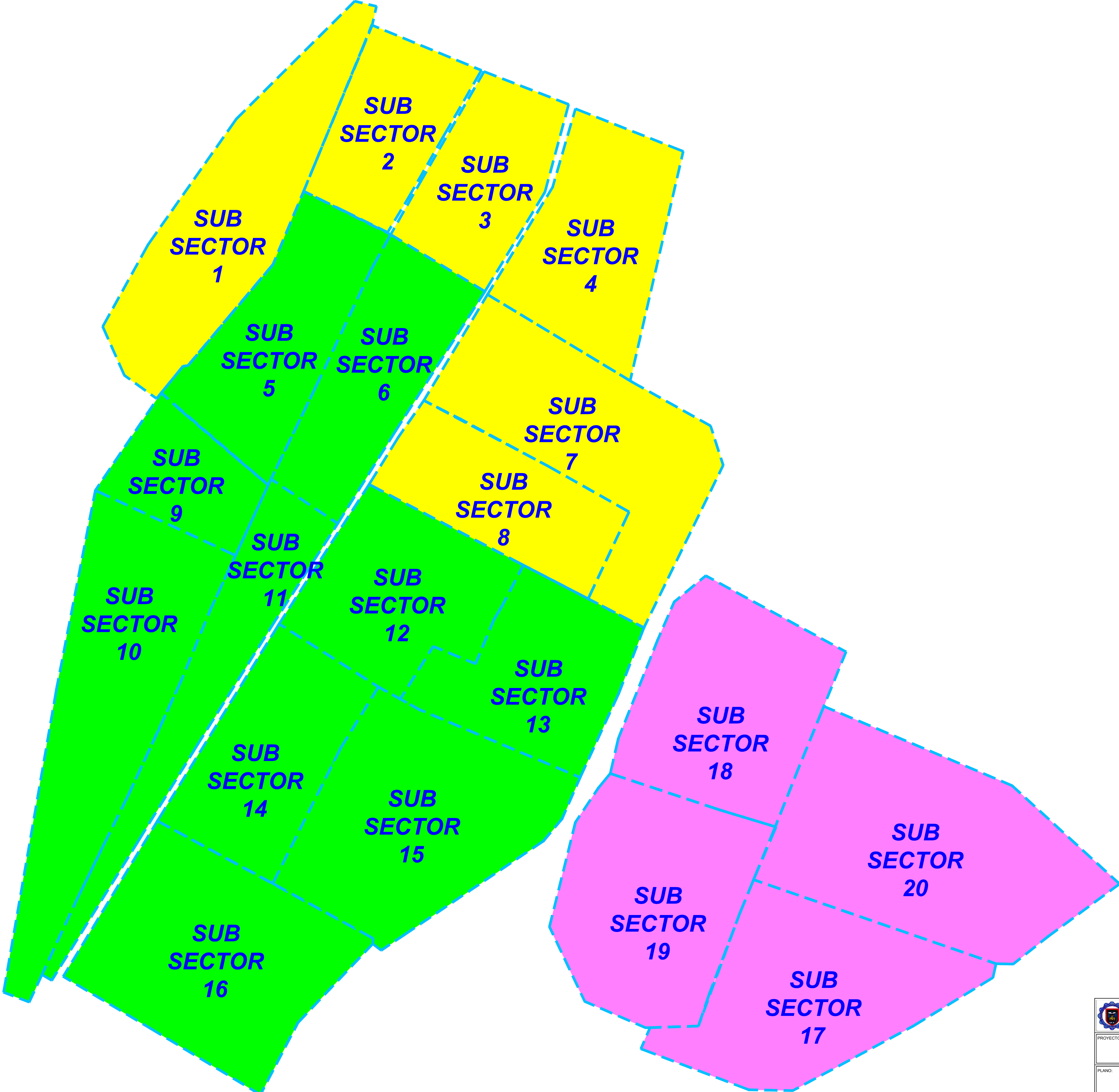
PROYECTO:

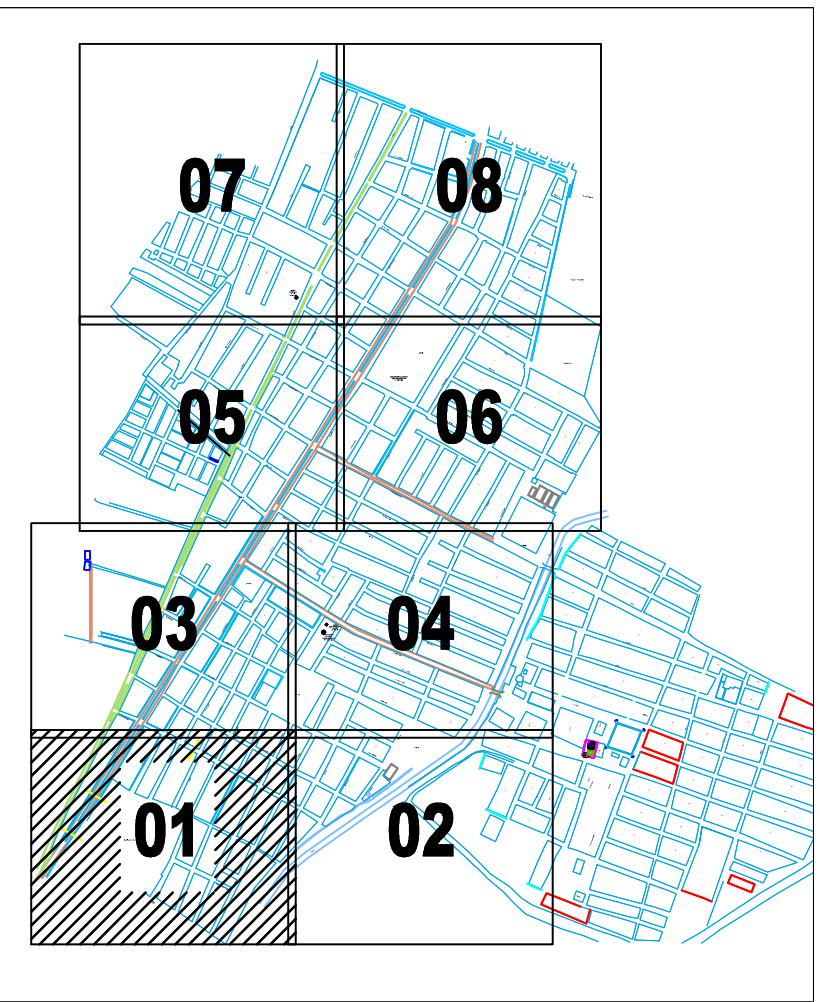
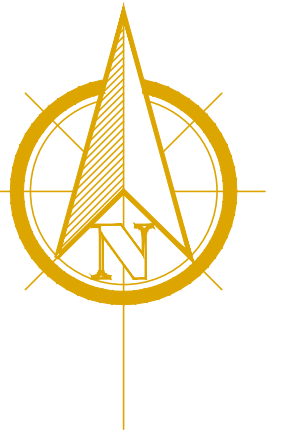
"SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VIEN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO:

PLANTA DE SECTORES DE AGUA POTABLE

| | | | | | | |
|-----------|--------------------------|------------|---|---------------|--|------------------------------------|
| DISTRITO: | CASTILLA | PROVINCIA: | PIURA | DEPARTAMENTO: | PIURA | PLANO: |
| REVISADO: | MSC Carmen Chilon Muñoz | REVISADO: | Ing. Maria Josefa de las Nieves Gutierrez Arizaga | REVISADO: | Ing. Aurelio Demostenes Mendoza Montenegro | S-01 ESCALA: REFERENCIAL |
| TESISTA: | JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: | Ing. Julian Dienstmaier Leon | FECHA: | OCTUBRE 2017 | |





PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

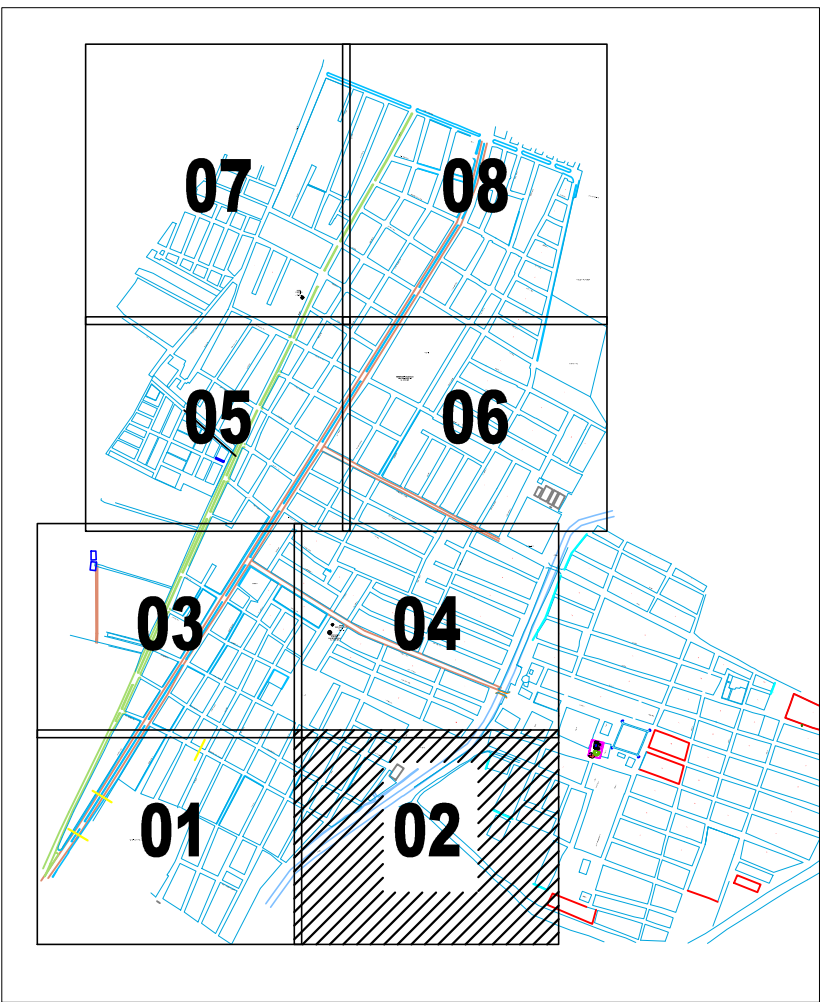
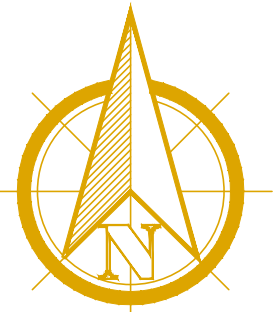
LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA EXISTENTE AC |
| | TUBERIA EXISTENTE PVC |
| | VALVULA EXISTENTE |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

| | | | |
|---|---|---|---------------------|
| PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA" | | | |
| PLANO: PLANTA DE REDES EXISTENTE DE AGUA POTABLE | | | |
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APE-01 |
| REVISADO: MGC Carmen Chlon Muñoz | REVISADO: Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Andarín | REVISADO: Ing. Aurelio Demostenes Mandioza Montenegro | FECHA: OCTUBRE 2017 |
| TESISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julián Diembauer León | | ESCALA: 1/1000 |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

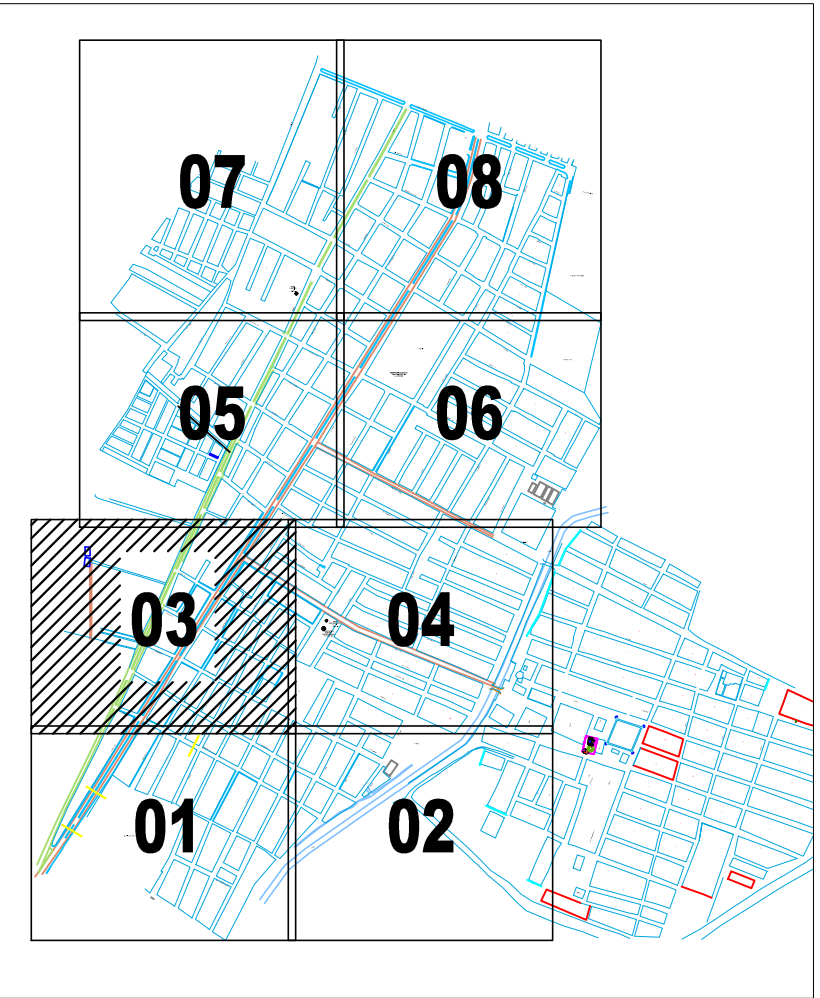
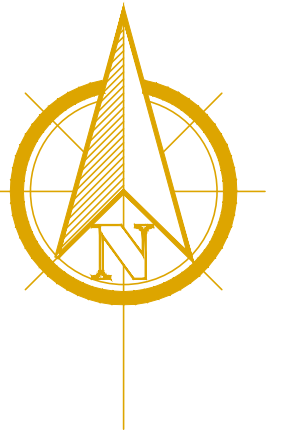
LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA EXISTENTE AC |
| | TUBERIA EXISTENTE PVC |
| | VALVULA EXISTENTE |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
| PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA" | | | |
| PLANO: PLANTA DE REDES EXISTENTE DE AGUA POTABLE | | | |
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APE-02 |
| REVISADO: MSc. Carmen Chlon Muñoz | REVISADO: Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Adán | REVISADO: Ing. Aurelio Demostenes Manidoza Montenegro | FECHA: OCTUBRE 2017 |
| TESISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julián Diersmauer León | | ESCALA: 1/1000 |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA EXISTENTE AC |
| | TUBERIA EXISTENTE PVC |
| | VALVULA EXISTENTE |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |



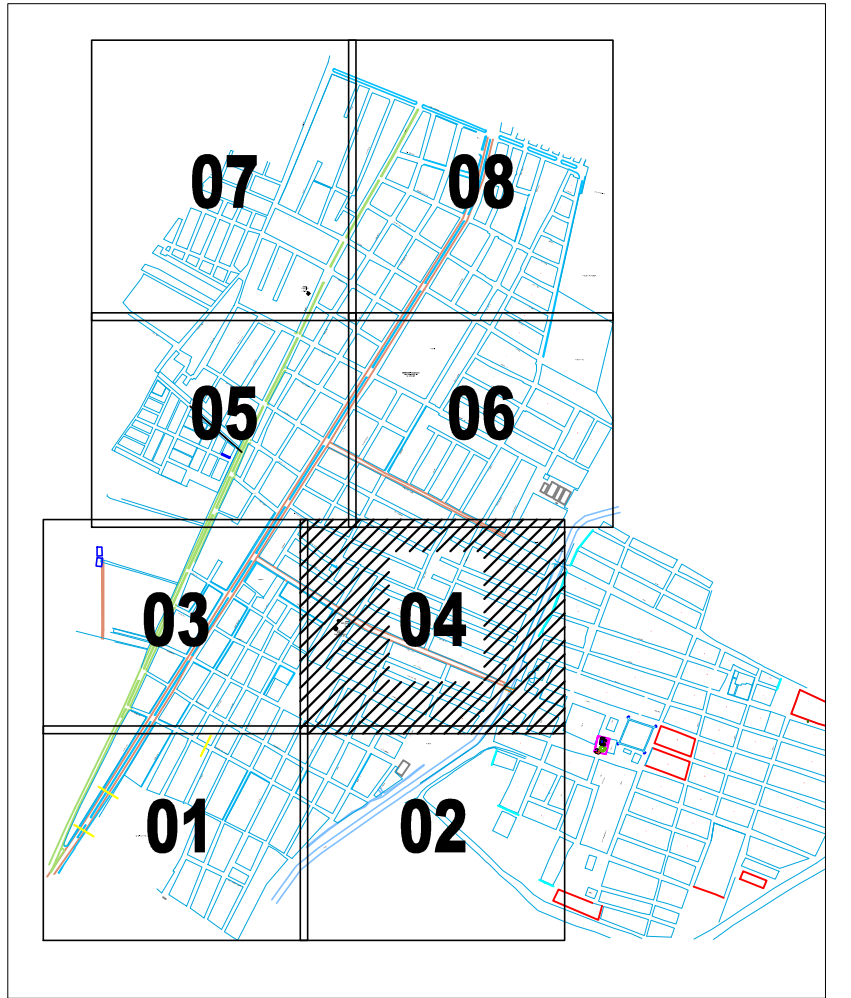
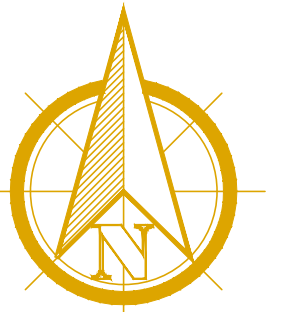
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES EXISTENTE DE AGUA POTABLE

| | | | | | | |
|-----------|--------------------------|------------|---|---------------|---|--------|
| DISTRITO: | CASTILLA | PROVINCIA: | PIURA | DEPARTAMENTO: | PIURA | PLANO: |
| REVISADO: | ING. Carmen Chlon Muñoz | REVISADO: | ING. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Andarén | REVISADO: | ING. Aurelio Demostenes Mandioza Montenegro | APE-03 |
| TESISTA: | JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: | ING. Julián Diersmanauer León | FECHA: | OCTUBRE 2017 | |

ESCALA: 1/1000



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

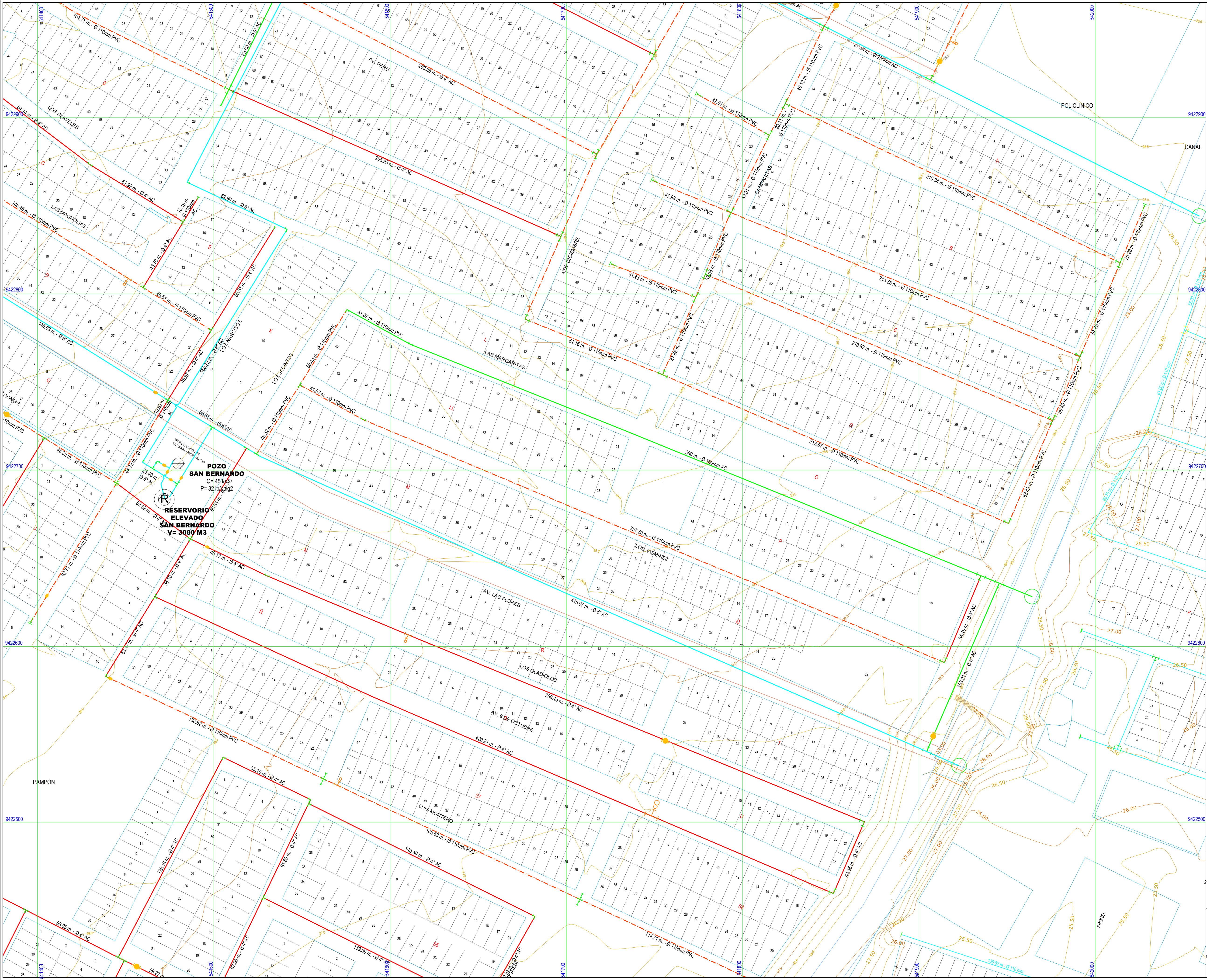
LEYENDA

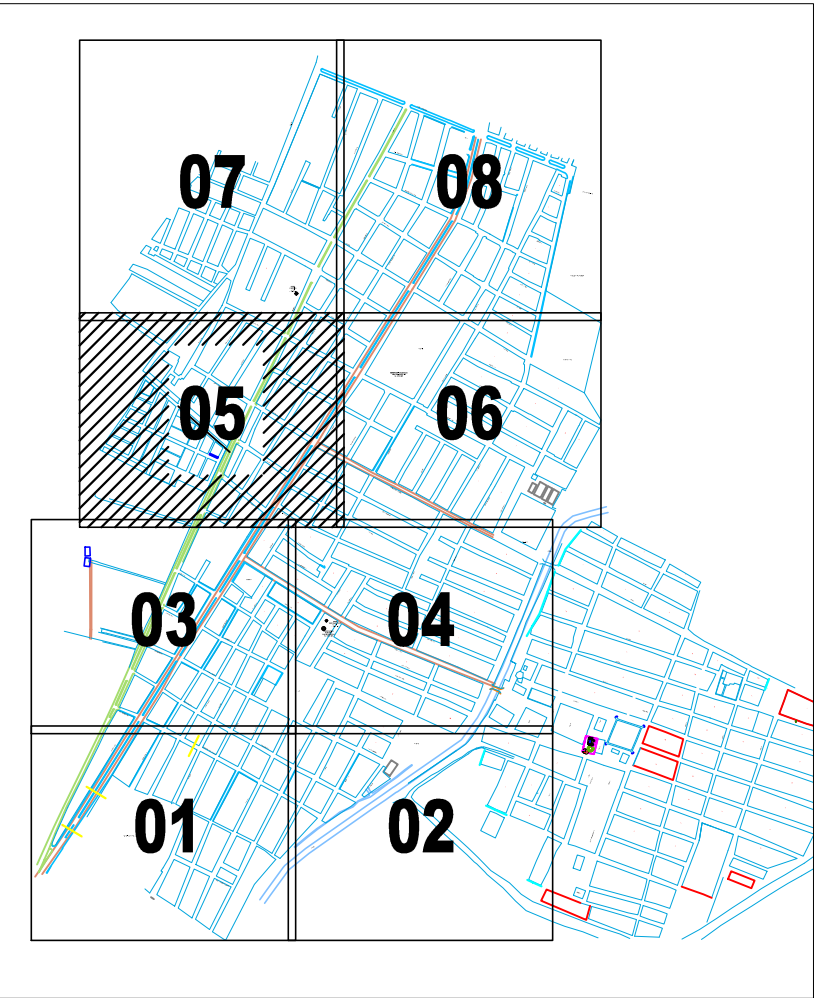
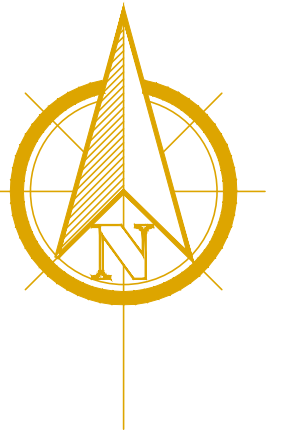
| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA EXISTENTE AC |
| | TUBERIA EXISTENTE PVC |
| | VALVULA EXISTENTE |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

| | | | |
|---|--|---|----------------|
| PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA" | | | |
| PLANO: PLANTA DE REDES EXISTENTE DE AGUA POTABLE | | | |
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APE-04 |
| REVISADO: WSC Carmen Chlon Muñoz | REVISADO: Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Adranzen | REVISADO: Ing. Aurelio Demostenes Manózo Montenegro | ESCALA: 1/1000 |
| TESISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julián Diersmauer León | FECHA: OCTUBRE 2017 | |





PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

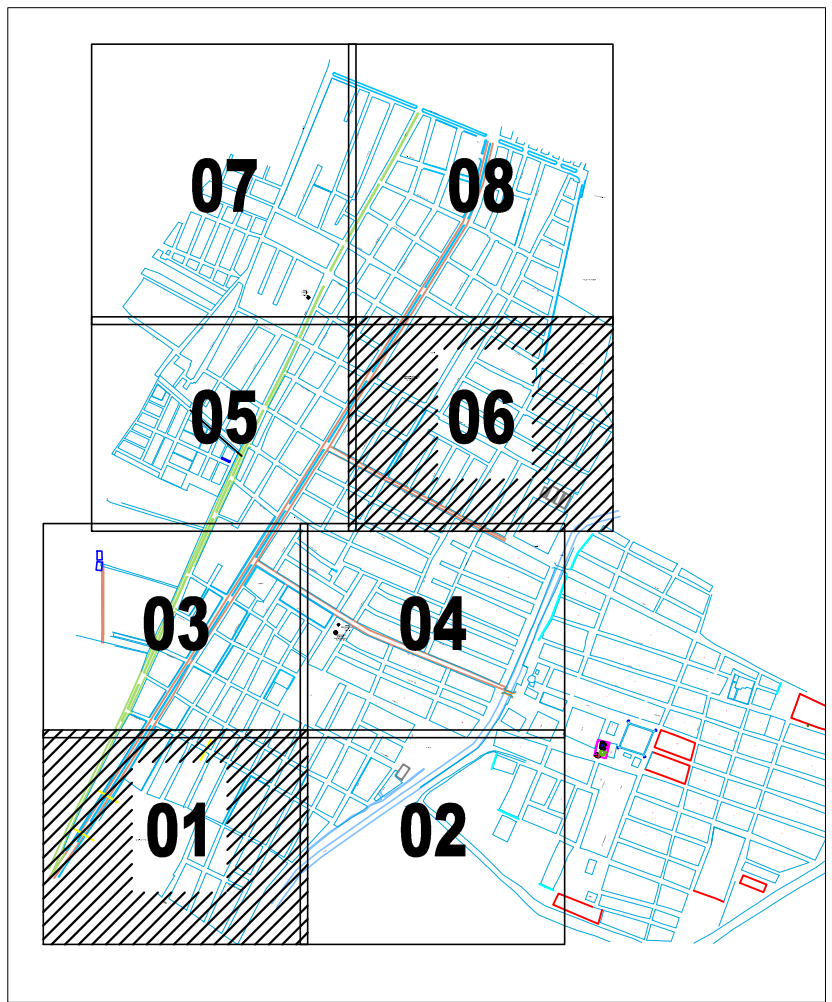
LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA EXISTENTE AC |
| | TUBERIA EXISTENTE PVC |
| | VALVULA EXISTENTE |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

| | | | |
|---|---|---|---------------------|
| PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA" | | | |
| PLANO: PLANTA DE REDES EXISTENTE DE AGUA POTABLE | | | |
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APE-05 |
| REVISADO: WSC Carmen Chlon Muñoz | REVISADO: Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Andarén | REVISADO: Ing. Aurelio Demostenes Mandioza Montenegro | FECHA: OCTUBRE 2017 |
| TESTISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julián Diestramayer León | | ESCALA: 1/1000 |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

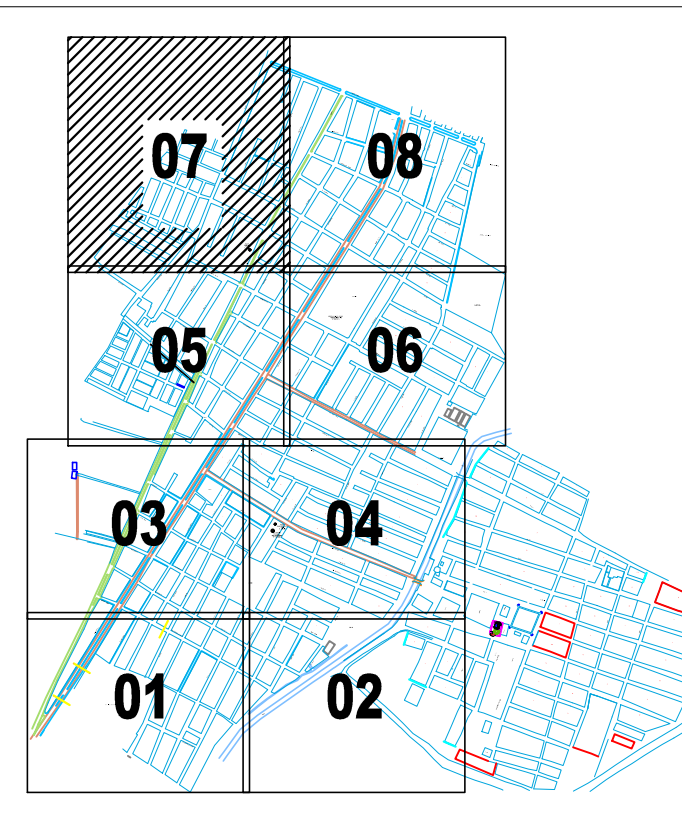
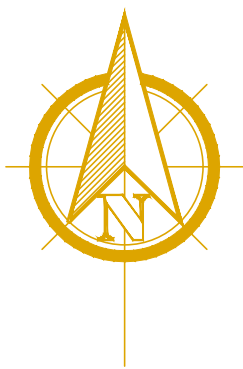
LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA EXISTENTE AC |
| | TUBERIA EXISTENTE PVC |
| | VALVULA EXISTENTE |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

| | | | |
|---|---|---|---------------------|
| PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA" | | | |
| PLANO: PLANTA DE REDES EXISTENTE DE AGUA POTABLE | | | |
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APE-06 |
| REVISADO: MGC Carmen Chlon Muñoz | REVISADO: Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Andarín | REVISADO: Ing. Aurelio Demostenes Mandioza Montenegro | FECHA: OCTUBRE 2017 |
| TESISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julián Diersmauer León | | ESCALA: 1/1000 |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA EXISTENTE AC |
| | TUBERIA EXISTENTE PVC |
| | VALVULA EXISTENTE |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: *SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA*

PLANO: PLANTA DE REDES EXISTENTE DE AGUA POTABLE

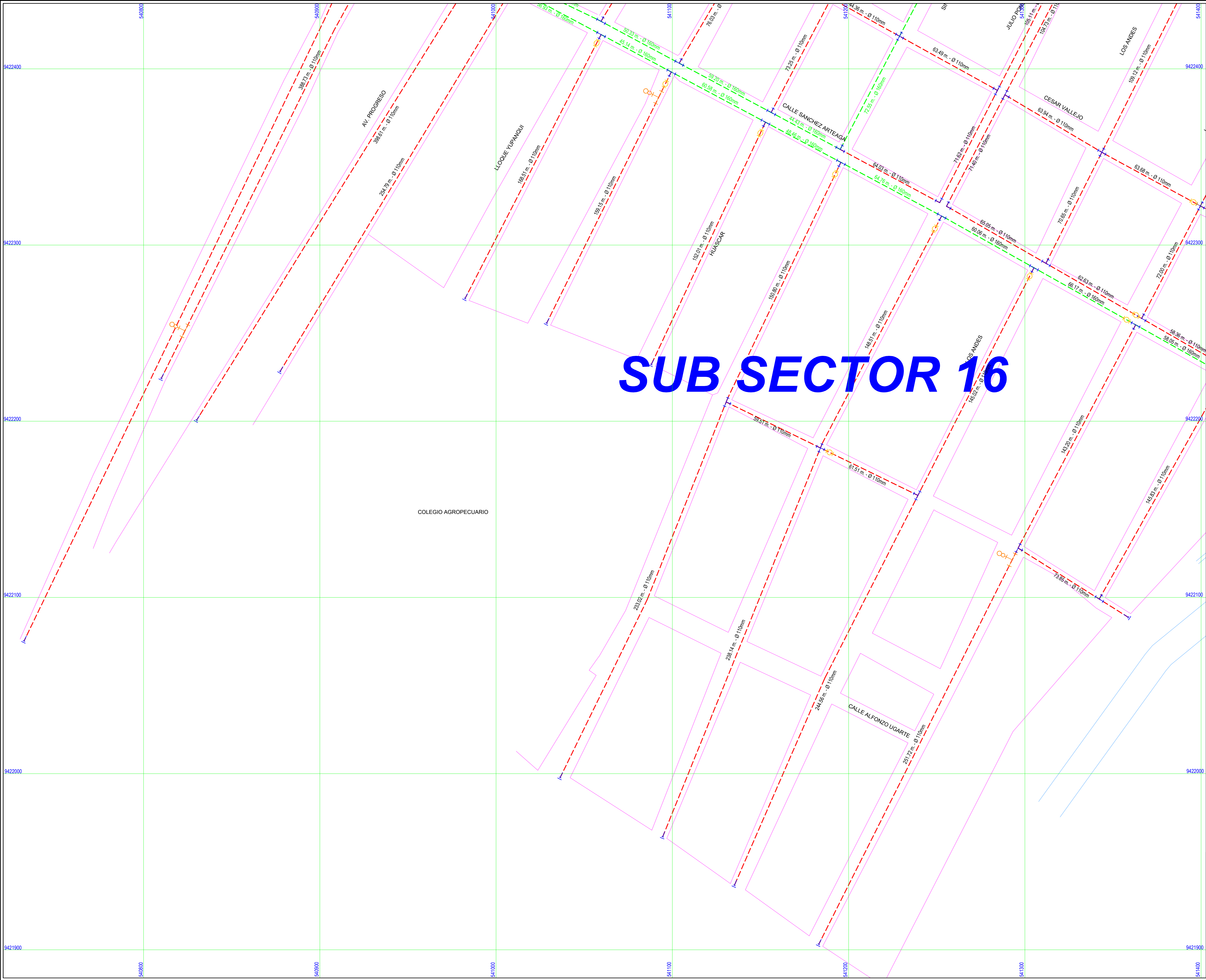
DISTRITO: CASTILLA
REVISADO: JSC Carmen Chionín Muñoz
DISEÑADO: JUAN ALBERTO LÓPEZ CALLE

PROVINCIA: PIURA
REVISADO: Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Añazco
DISEÑADO: Ing. Julián Domínguez León

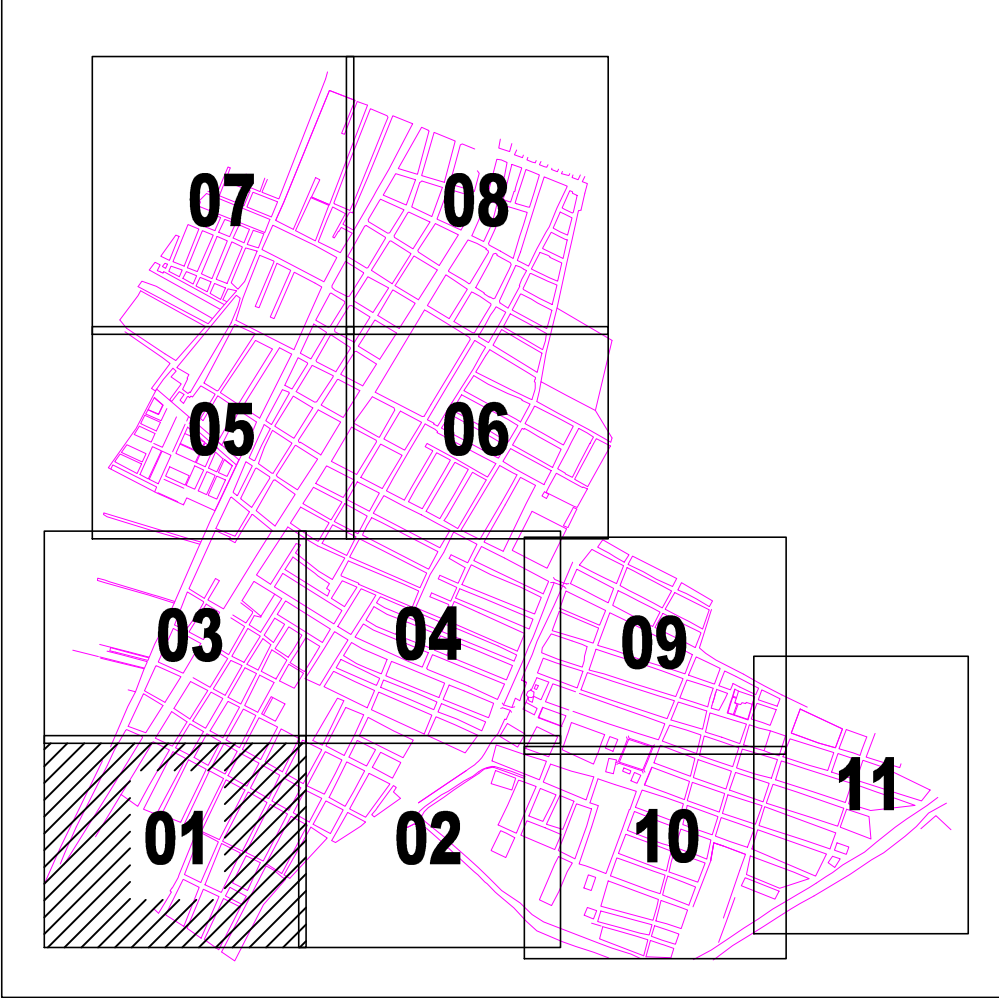
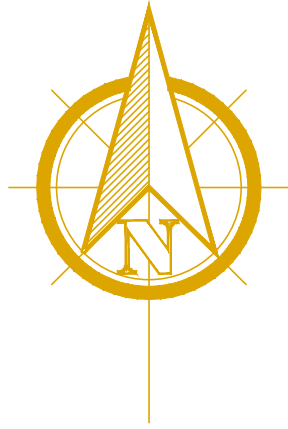
DEPARTAMENTO: PIURA
REVISADO: Ing. Aurelio Demostenes Mendoza Montenegro
FECHA: OCTUBRE 2017

PLANO: APE-07

ESCALA: 1/1000



SUB SECTOR 16



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22,5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN minimo 7.5 BARES O Kg/cm2

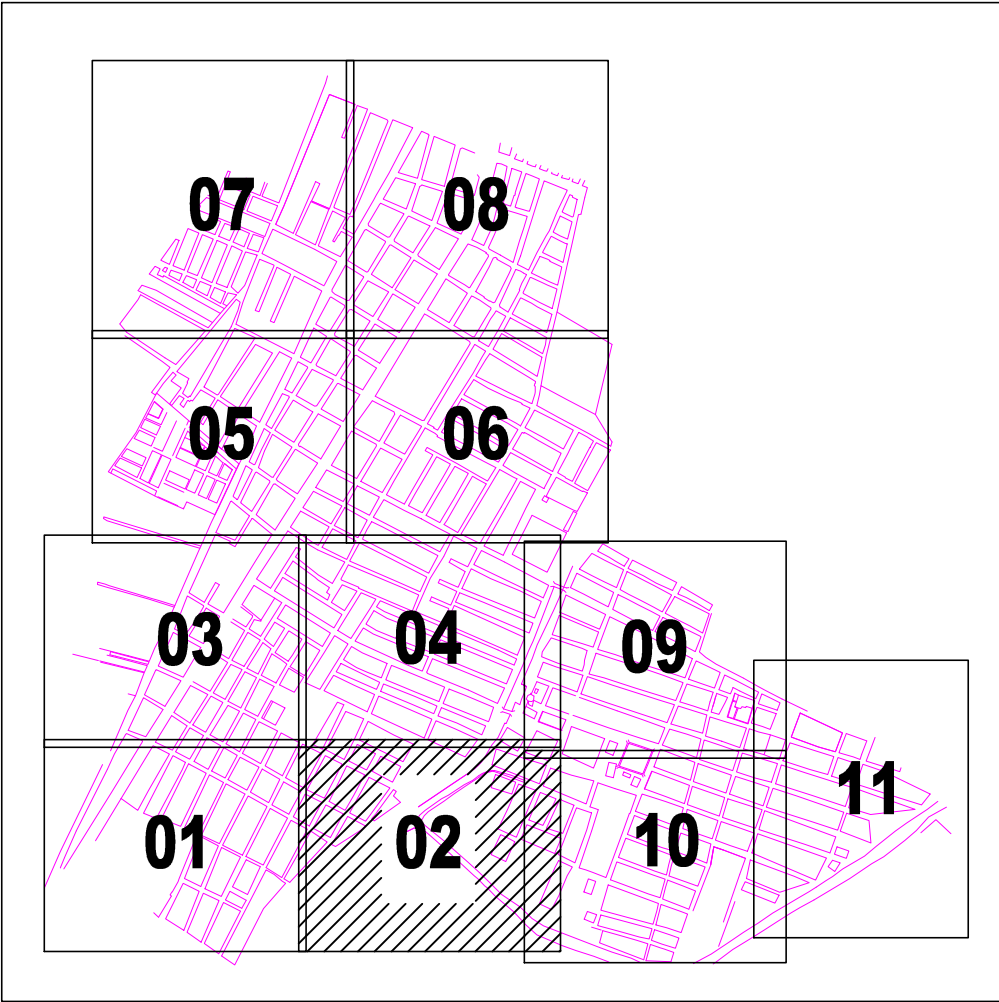
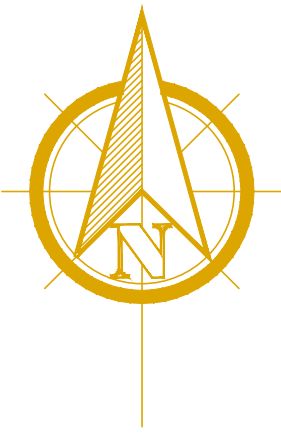
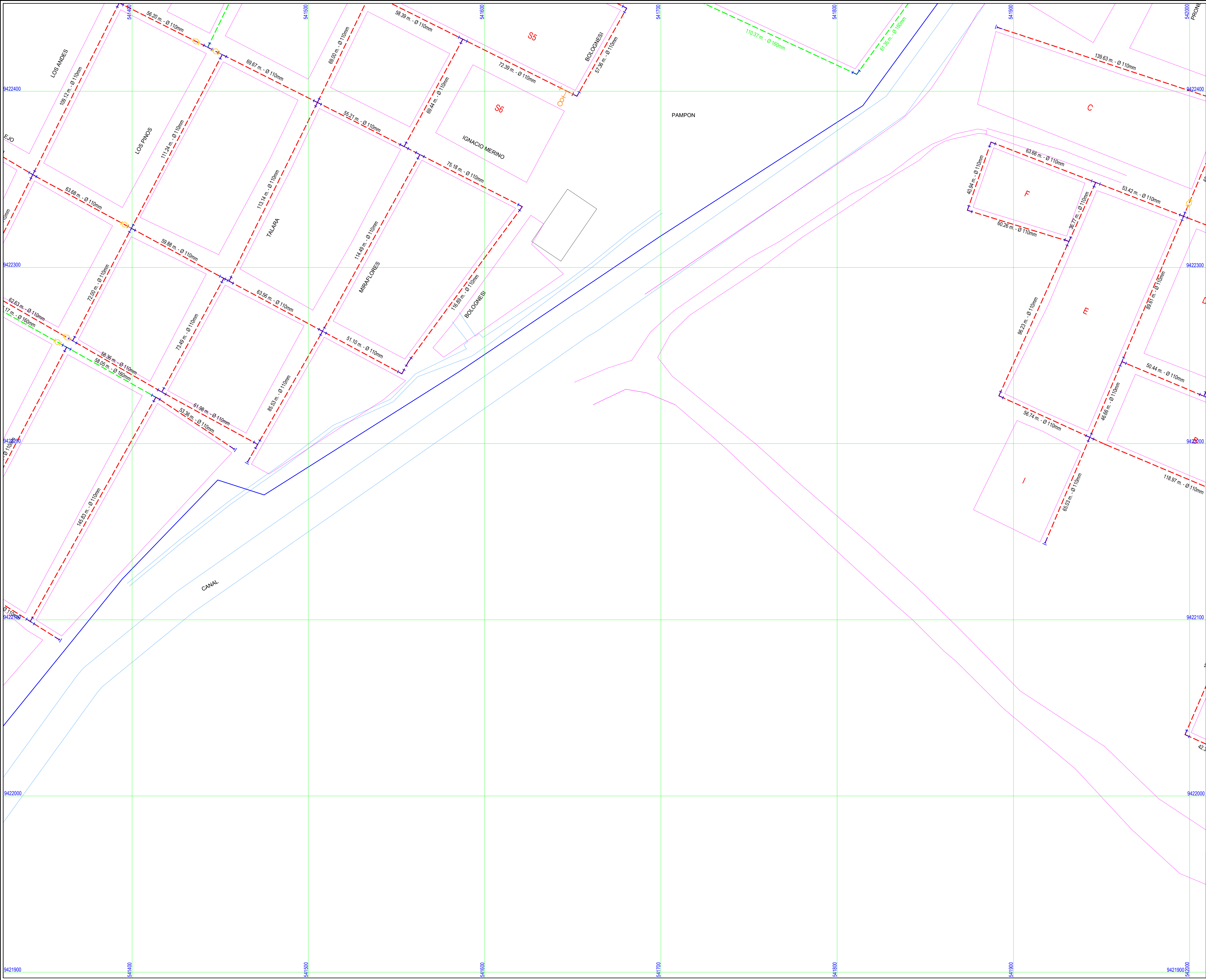


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE

| | | | |
|------------------------------------|---|--|----------------|
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APP-01 |
| REVISADO: MSc. Carmen Chilon Munoz | REVISADO: Ing. Maria Josefa de las Nieves Gutierrez Adrianzen | REVISADO: Ing. Adrelio Demostenes Mendoza Montenegro | ESCALA: 1/1000 |
| TEJISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASEROR: Ing. Julían Dienstmaier León | FECHA: OCTUBRE 2017 | |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERÍA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN mínimo 7.5 BARES O Kg/cm2

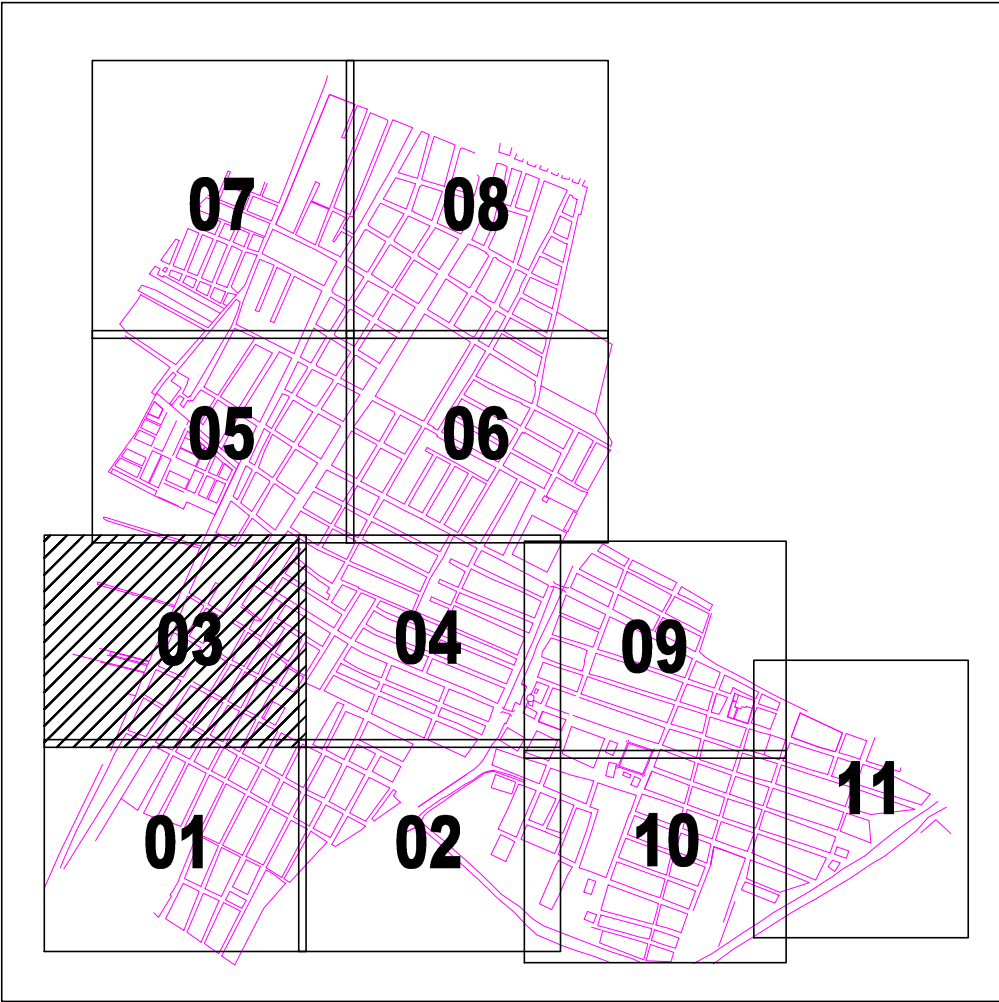
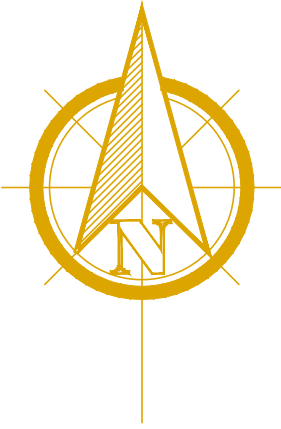
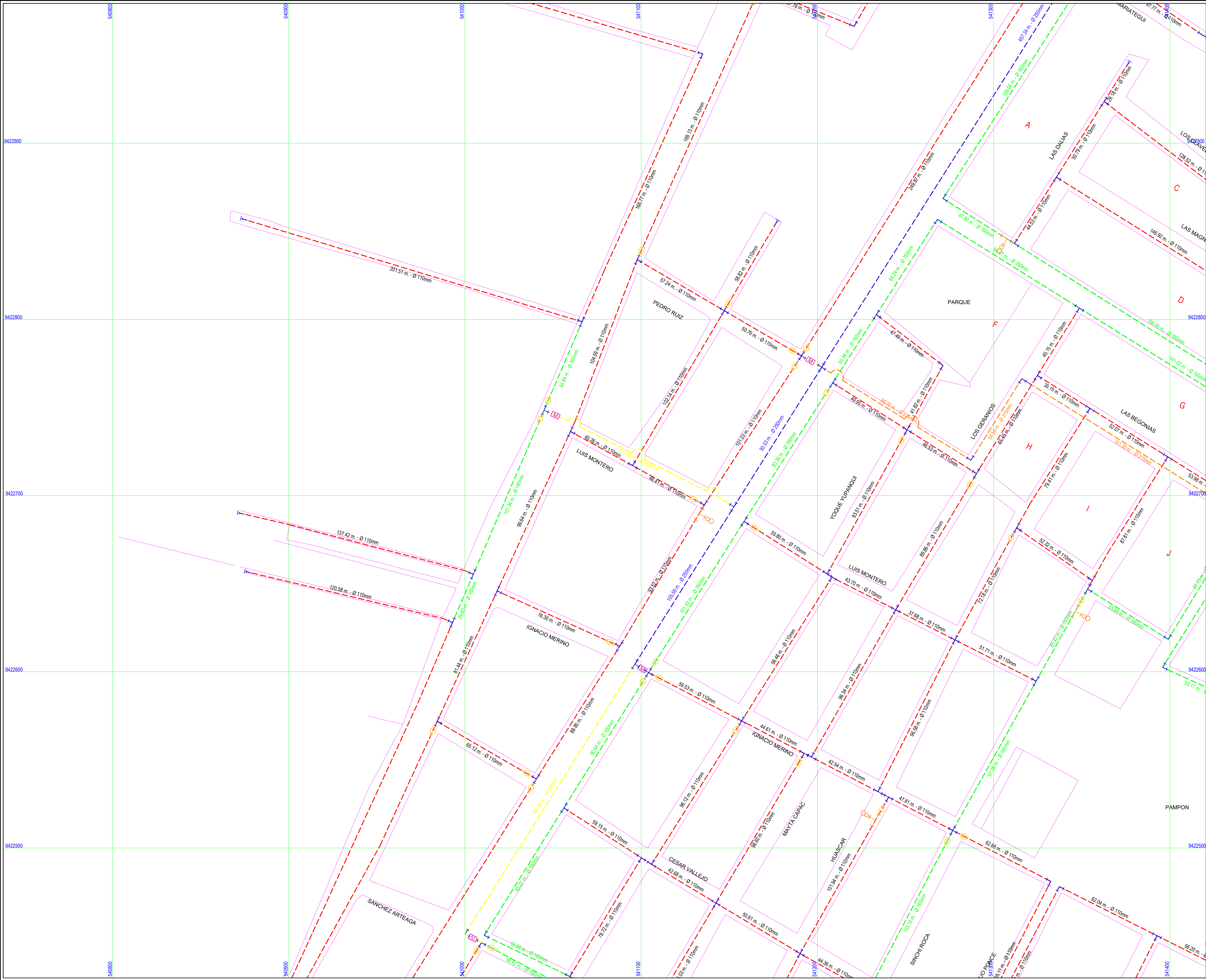


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE

| | | | |
|------------------------------------|---|--|----------------|
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APP-02 |
| REVISADO: MSc. Carmen Chilon Muñoz | REVISADO: Ing. María Joveta de las Neves Gutiérrez Andarson | REVISADO: Ing. Adrelio Demostenes Mendoza Montenegro | ESCALA: 1/1000 |
| TEJISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julián Dienstmaier León | FECHA: OCTUBRE 2017 | |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

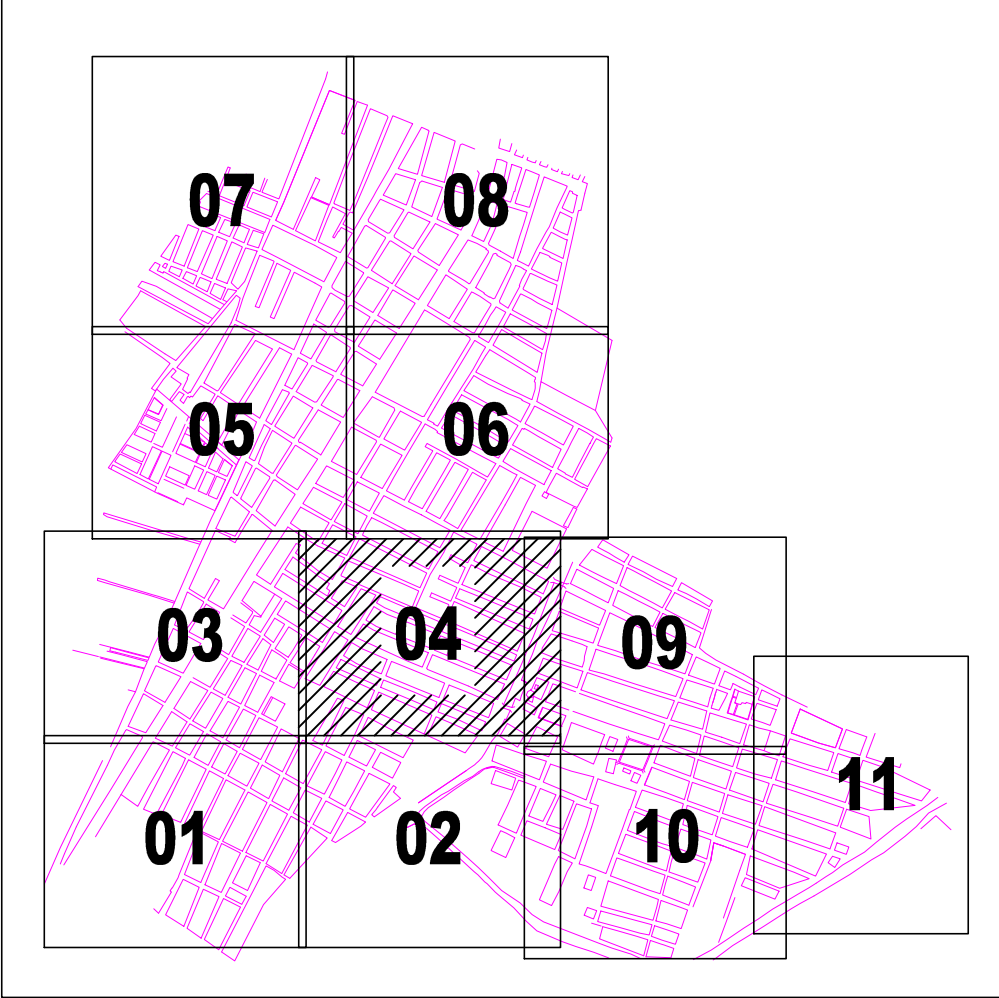
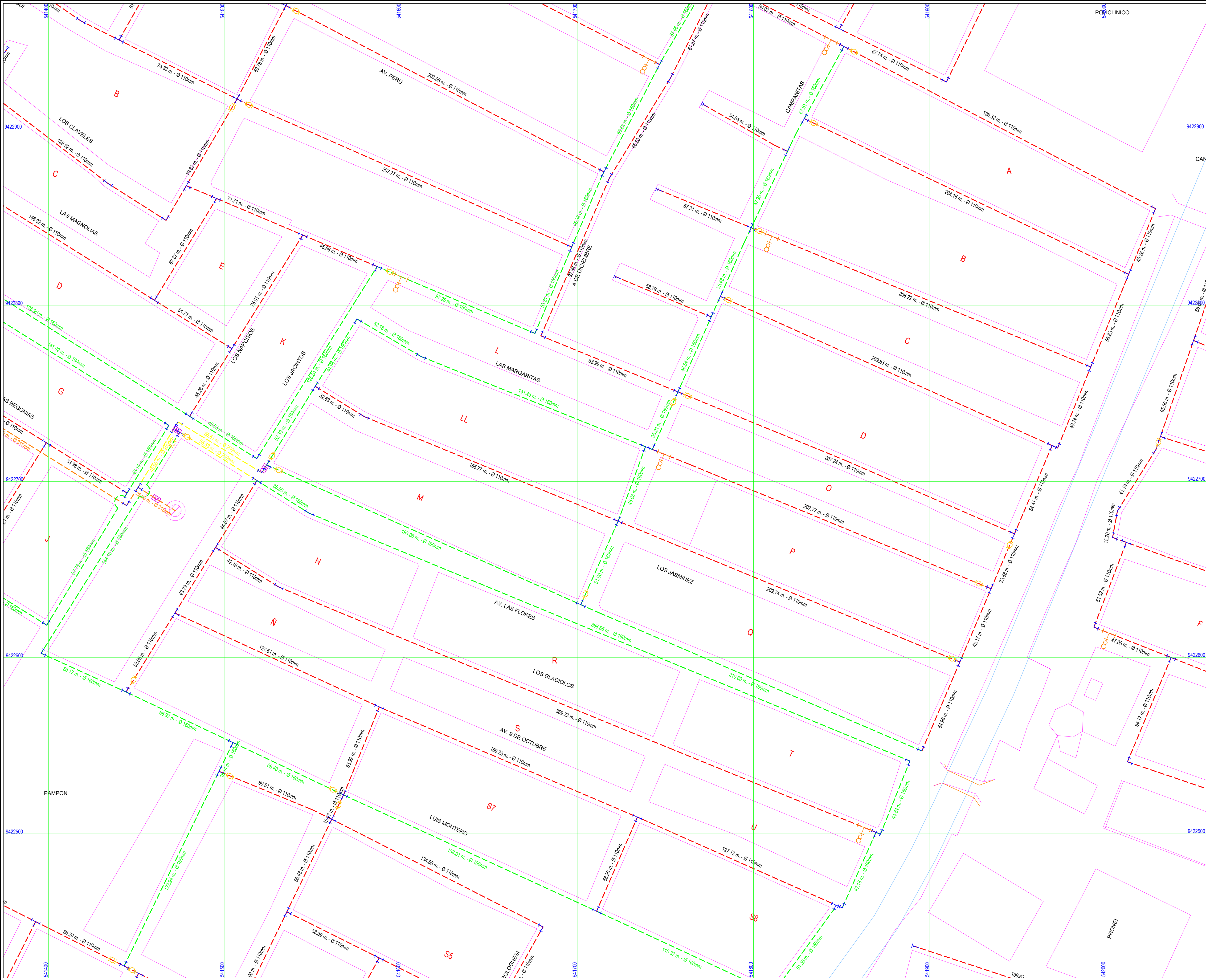
| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERÍA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22,5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN minimo 7.5 BARES O Kg/cm2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

| | | | |
|---|--|--|----------------|
| PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA" | | | |
| PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE | | | |
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APP-03 |
| REVISADO: MDC, Carmen Chilon Muñoz | REVISADO: Ing. Maria Josefa de las Nieves, Gutiérrez Adrianzen | REVISADO: Ing. Adrelio Demostenes Mendoza Montenegro | |
| TEBISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julían Dienotmaier León | FECHA: OCTUBRE 2017 | ESCALA: 1/1000 |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22,5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN minimo 7.5 BARES O Kg/cm2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

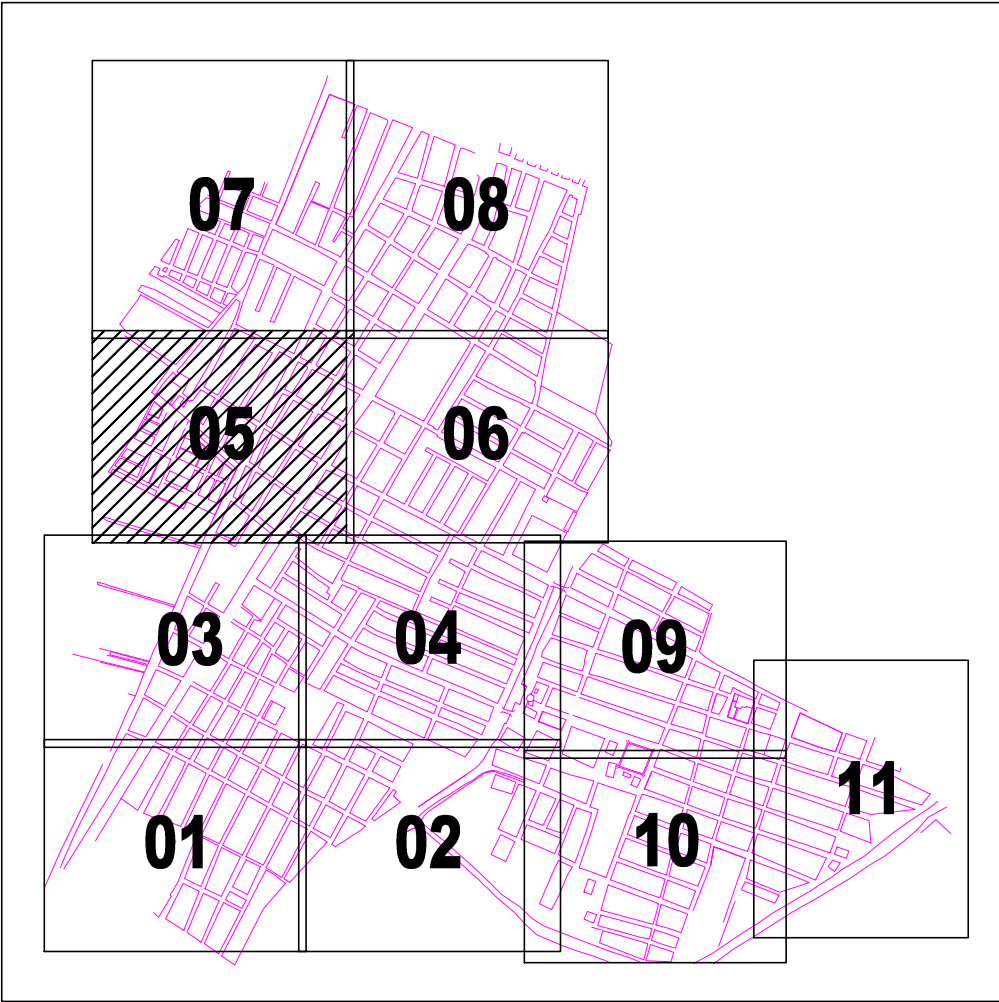
PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE

| | | | |
|------------------------------------|---|--|--------|
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: |
| REVISADO: MSC. Carmen Chilon Muñoz | REVISADO: Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Adriansen | REVISADO: Ing. Adrelio Demostenes Mendoza Montenegro | |
| TESISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julián Dienotmaier León | FECHA: OCTUBRE 2017 | |

APP-04

ESCALA: 1/1000



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERÍA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN minimo 7.5 BARES O Kg/cm2

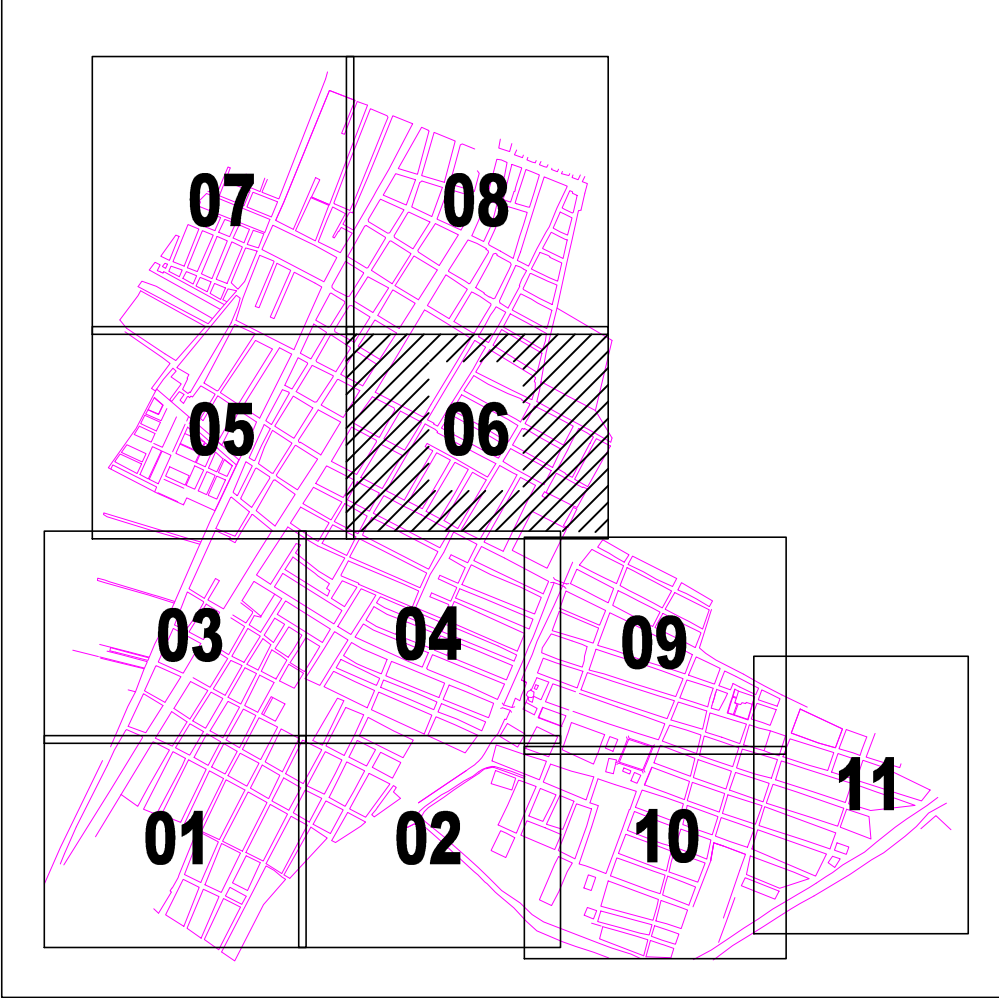
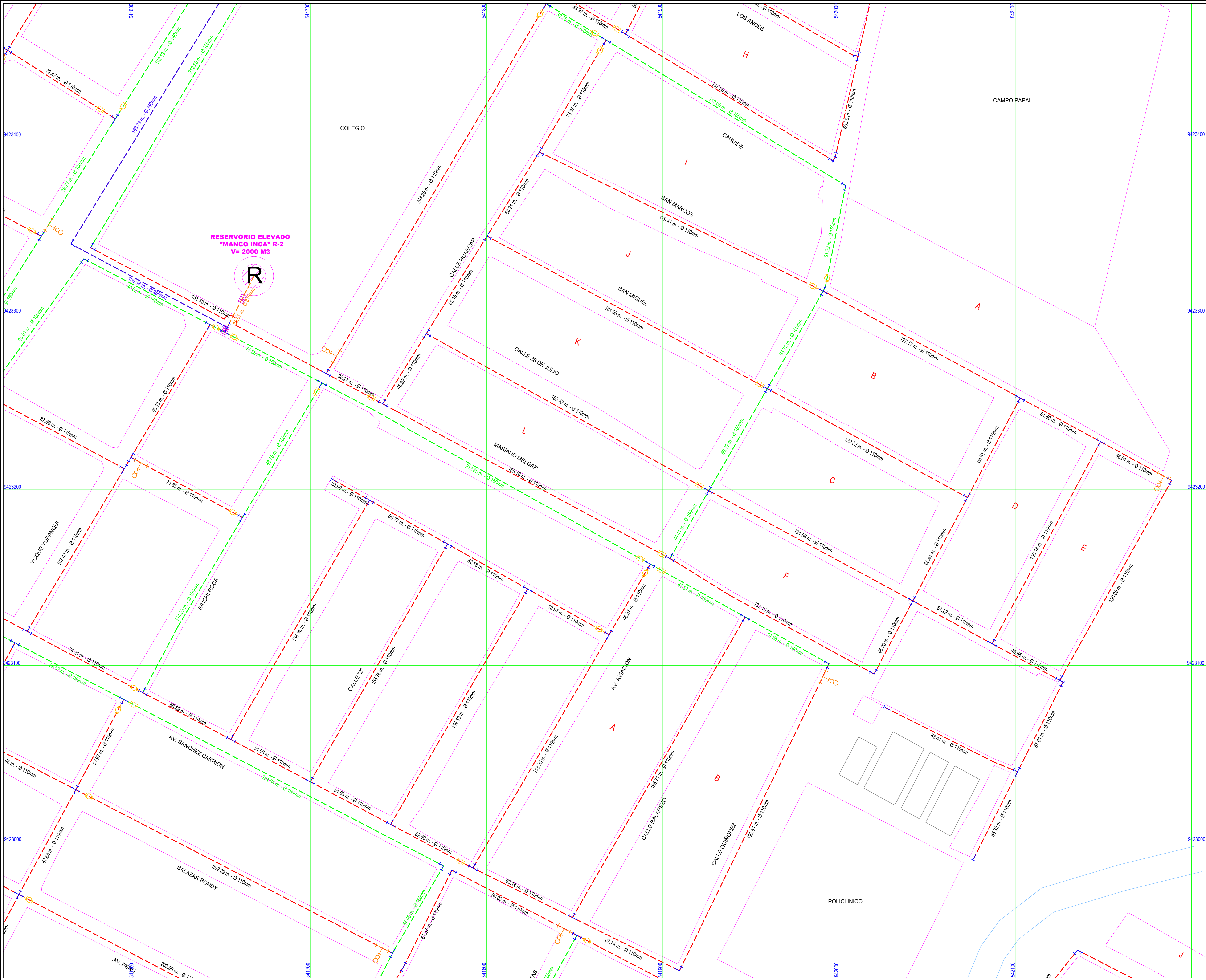


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE

| | | | |
|------------------------------------|---|--|----------------|
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APP-05 |
| REVISADO: MSc. Carmen Chilon Muñoz | REVISADO: Ing. Maria Josefa de las Nieves Gutiérrez Adrianzen | REVISADO: Ing. Adrelio Demostenes Mendoza Montenegro | |
| TEJISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julián Dienstmaier León | FECHA: OCTUBRE 2017 | ESCALA: 1/1000 |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

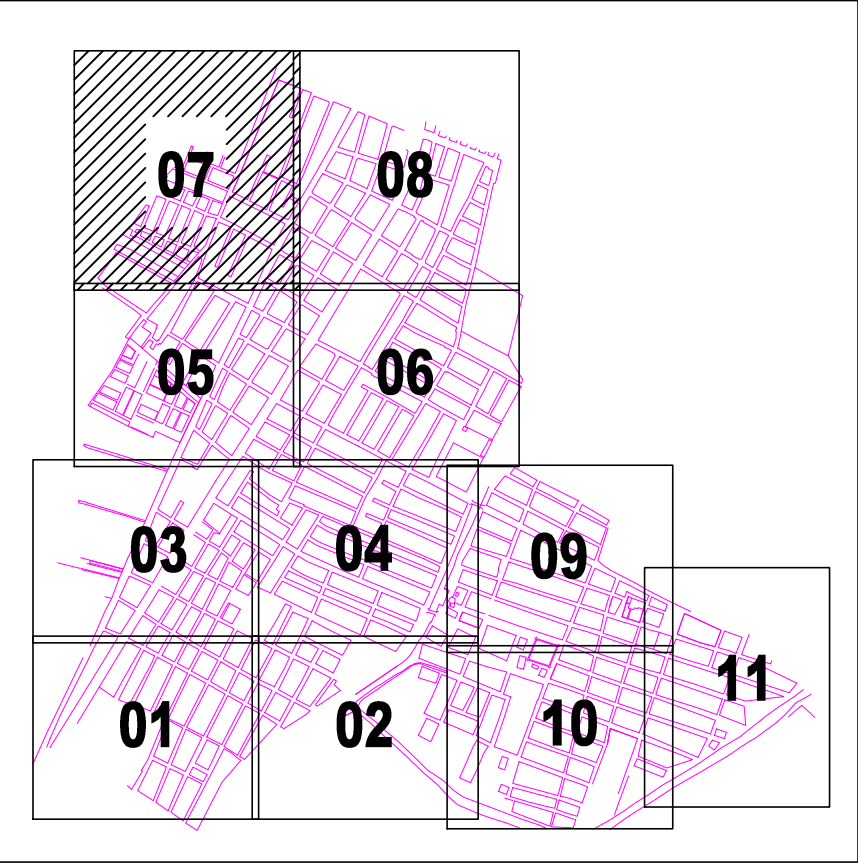
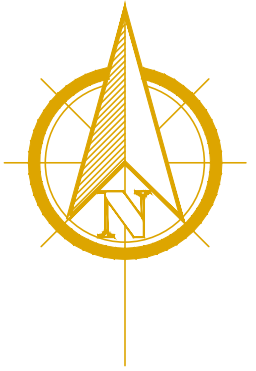
| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERÍA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN mínimo 7.5 BARES O Kg/cm2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

| | | | |
|---|---|--|----------------|
| PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA" | | | |
| PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE | | | |
| DISTRITO: CASTILLA | PROVINCIA: PIURA | DEPARTAMENTO: PIURA | PLANO: APP-06 |
| REVISADO: MSc. Carmen Chilon Muñoz | REVISADO: Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Adriansen | REVISADO: Ing. Adrelio Demostenes Mendoza Montenegro | |
| TEBISTA: JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: Ing. Julián Dienotmaier León | FECHA: OCTUBRE 2017 | ESCALA: 1/1000 |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN minimo 7.5 BARES O Kg/cm2

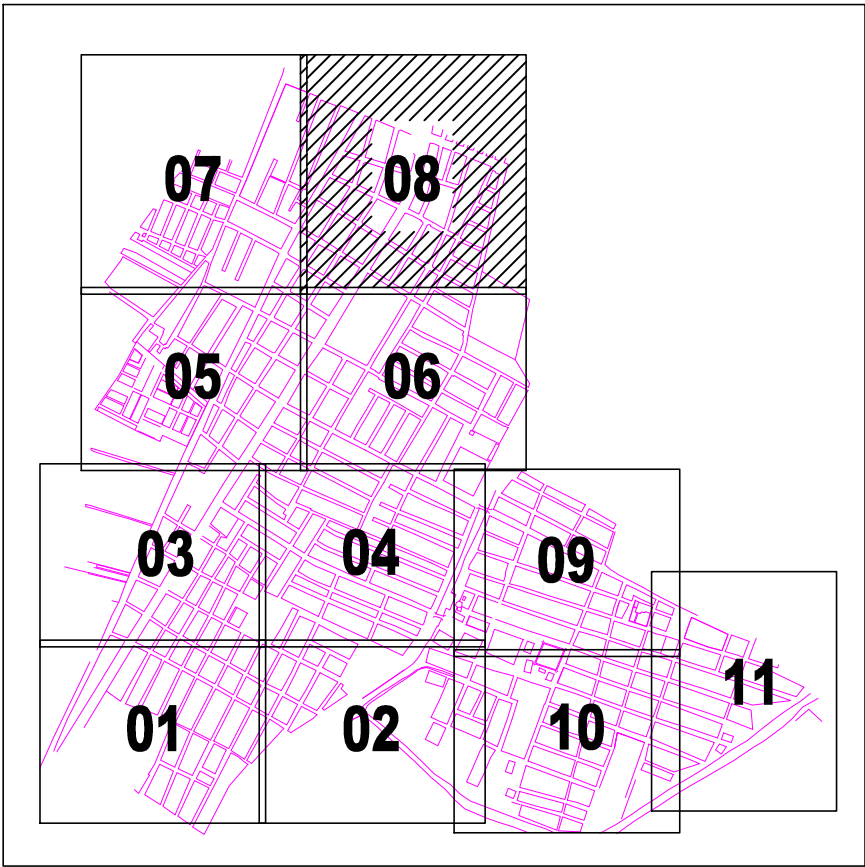
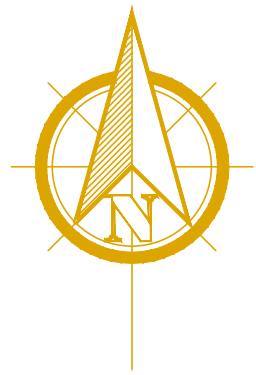


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE

| | | | | | | | |
|-----------|---------------------------|------------|---|---------------|---|--------|----------------|
| DISTRITO: | CASTILLA | PROVINCIA: | PIURA | DEPARTAMENTO: | PIURA | PLANO: | APP-07 |
| REVISADO: | Ing. Carmen Chillon Muñoz | REVISADO: | Ing. Mario Josefa de las Nuevas Gutiérrez Andarón | REVISADO: | Ing. Aurelio Domestianos Mendoza Montesdego | FECHA: | OCTUBRE 2017 |
| TERCISTA: | JUAN ALBERTO LÓPEZ CALLE | ASESOR: | Ing. Julián Domestianos León | | | | ESCALA: 1/1000 |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN minimo 7.5 BARES o Kg/cm2

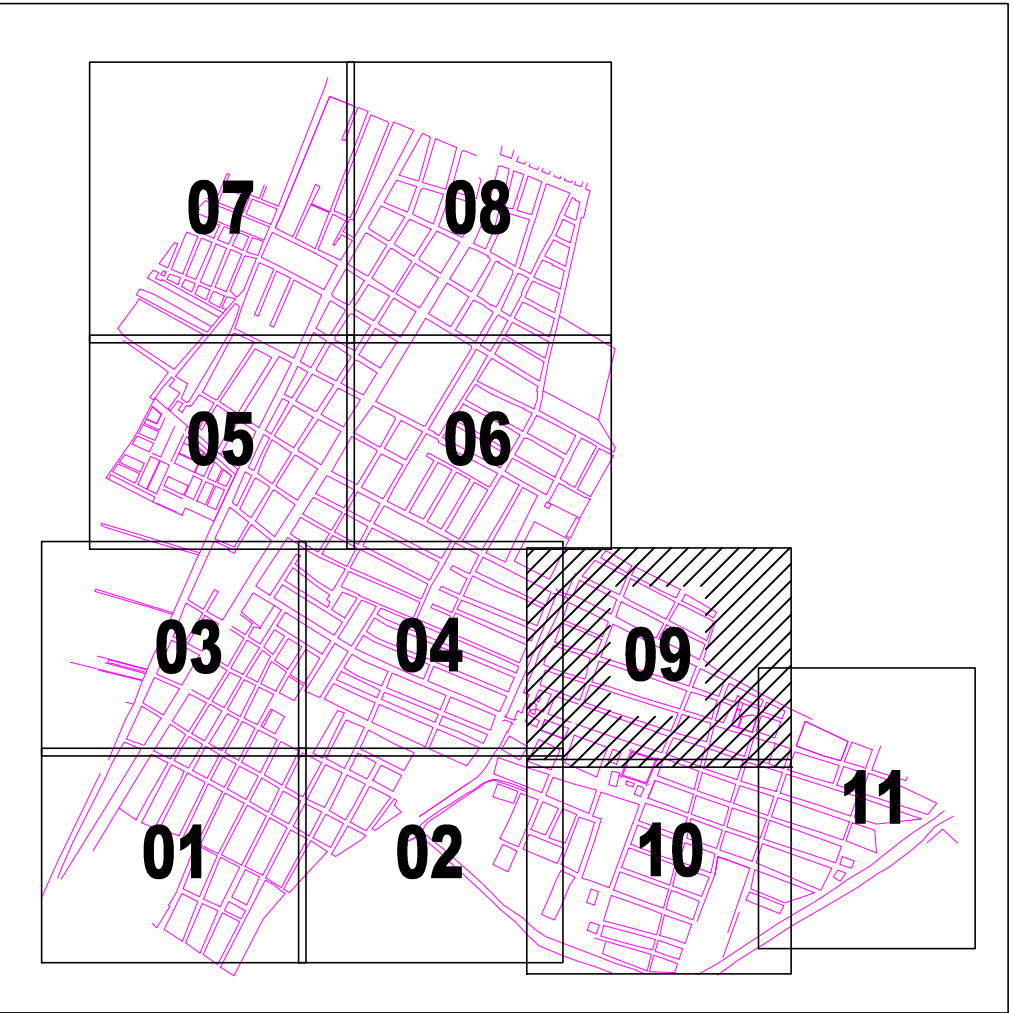
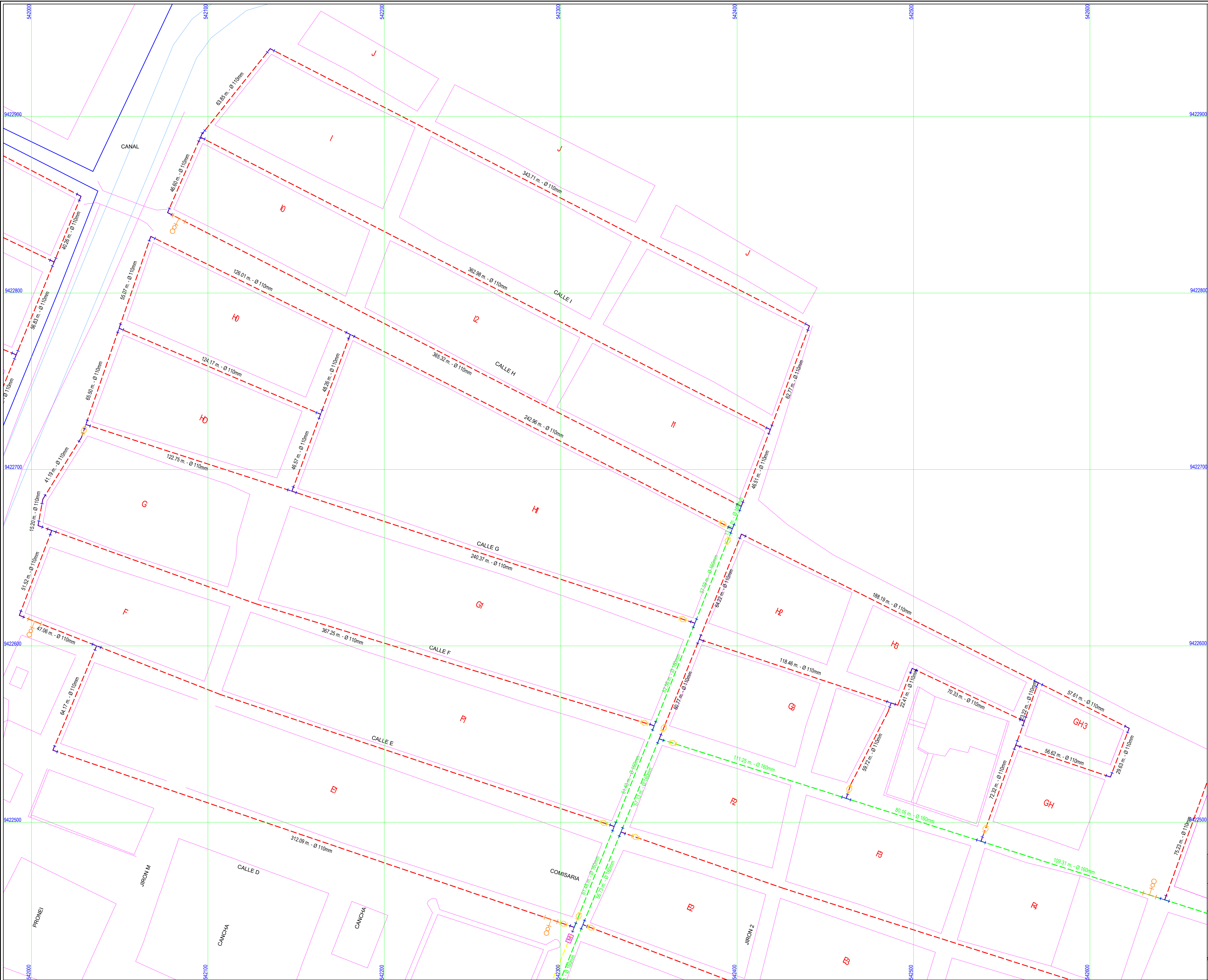


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE

| | | | | | | | |
|----------|--------------------------|-----------|---|--------------|--|-------|----------------|
| DISTRITO | CASTILLA | PROVINCIA | PIURA | DEPARTAMENTO | PIURA | PLANO | APP-08 |
| REVISADO | ING. Carmen Chilon Muñoz | REVISADO | ING. Mario Josefa de las Nuevas Gutiérrez Andarón | REVISADO | ING. Aurelio Demostenes Mendoza Montenegro | | |
| TERCERA | JUAN ALBERTO LÓPEZ CALLE | ASESOR | ING. Julián Demostenes León | FECHA | OCTUBRE 2017 | | ESCALA: 1/1000 |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN minimo 7.5 BARES O Kg/cm2

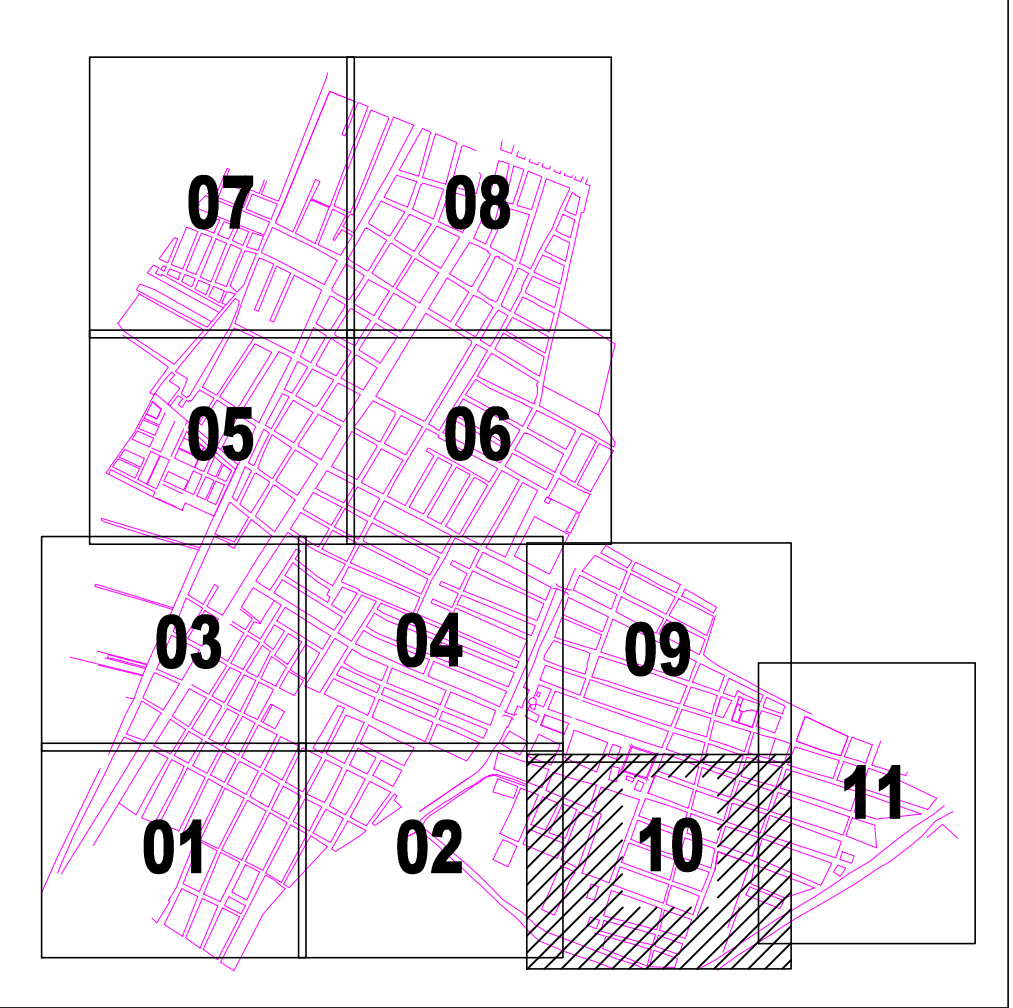
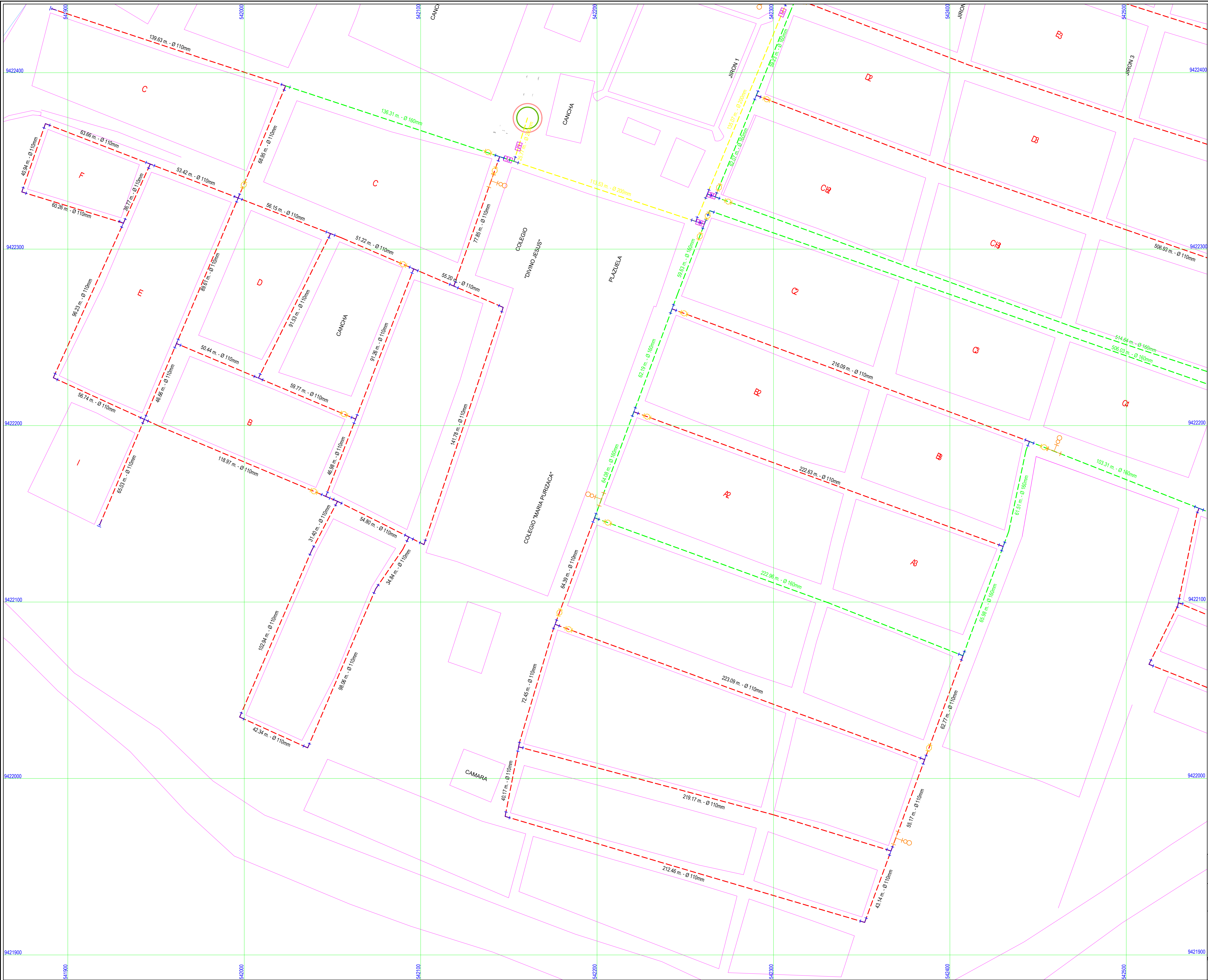


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE

| | | | | | | |
|-----------|--------------------------|------------|--|---------------|--|---------------------------------|
| DISTRITO: | CASTILLA | PROVINCIA: | PIURA | DEPARTAMENTO: | PIURA | PLANO : |
| REVISADO: | ING. Carmen Chilon Muñoz | REVISADO: | Ing. Maria Josefa de las Nieves Gutierrez Astrucan | REVISADO: | Ing. Aurelio Demostenes Mendoza Montenegro | APP-09 ESCALA: 1/1000 |
| TESISTA: | JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: | Ing. Julián Dienstmaier León | FECHA: | OCTUBRE 2017 | |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN minimo 7.5 BARES O Kg/cm2

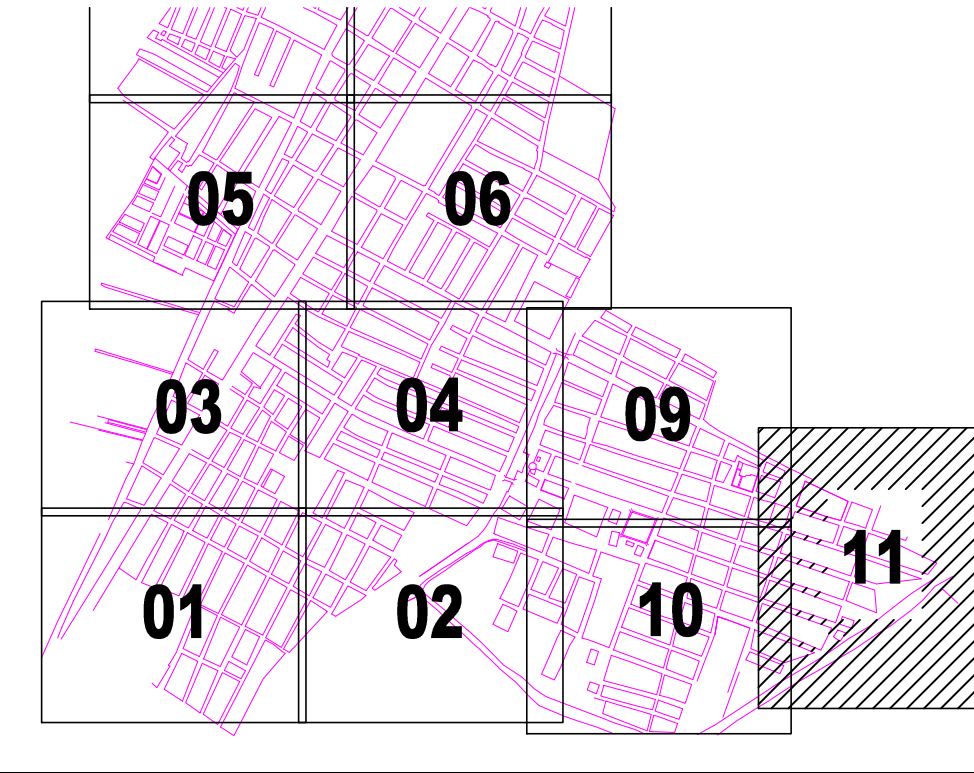


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE

| | | | | | | |
|-----------|--------------------------|------------|---|---------------|--|---------------------------------|
| DISTRITO: | CASTILLA | PROVINCIA: | PIURA | DEPARTAMENTO: | PIURA | PLANO : |
| REVISADO: | Ing. Carmen Chilon Muñoz | REVISADO: | Ing. María Josefa de las Nieves Gutiérrez Aspranzen | REVISADO: | Ing. Aurelio Demostenes Mendoza Montenegro | APP-10 ESCALA: 1/1000 |
| TESISTA: | JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: | Ing. Julián Dienstmaier León | FECHA: | OCTUBRE 2017 | |



PLANO CLAVE
ESCALA REFERENCIAL

LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---------------------------------|
| | TUBERIA PROYECTADA |
| | VALVULA PROYECTADA |
| | GRIFO CONTRA INCENDIO EXISTENTE |
| | CODO 90° |
| | CODO 45° |
| | CODO 22.5° |
| | CRUZ |
| | TEE |
| | MACROMEDIDOR PROY. |

NOTA:
LAS TUBERIAS PROYECTADAS SERAN DE PVC PN minimo 7.5 BARES O Kg/cm2



UNIVERDIDAD NACIONAL DE PIURA

PROYECTO: "SECTORIZACION PARA LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR OPERATIVO VI EN EL DISTRITO DE CASTILLA-PIURA"

PLANO: PLANTA DE REDES PROYECTADAS DE AGUA POTABLE

| | | | | | | |
|-----------|---|------------|--|---------------|--------------|---------|
| DISTRITO: | CASTILLA | PROVINCIA: | PIURA | DEPARTAMENTO: | PIURA | PLANO : |
| REVISADO: | Ing. Maria Josefa de las Nieves Gutierrez Aspranzen | REVISADO: | Ing. Aurelio Demostenes Mendoza Montenegro | REVISADO: | | |
| TESISTA: | JUAN ALBERTO LOPEZ CALLE | ASESOR: | Ing. Julián Dienstmaier León | FECHA: | OCTUBRE 2017 | |

APP-11

ESCALA: 1/1000